

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

Jc921 U.S. PTO
09/993574
11/27/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application: 2000年11月28日

出 願 番 号

Application Number: 特願2000-361831

出 願 人

Applicant(s): 株式会社東芝

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 6月27日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造

出証番号 出証特2001-3060539

【書類名】 特許願

【整理番号】 A000006544

【提出日】 平成12年11月28日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04L 29/00

【発明の名称】 リング間接続ネットワークシステムとそのノード装置および監視制御装置およびパス設定方法

【請求項の数】 23

【発明者】

【住所又は居所】 東京都日野市旭が丘3丁目1番地の1 株式会社東芝日野工場内

【氏名】 末次 弘宗

【発明者】

【住所又は居所】 東京都日野市旭が丘3丁目1番地の1 株式会社東芝日野工場内

【氏名】 馬場 賢二

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

【識別番号】 100058479

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴江 武彦

【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

【識別番号】 100084618

【弁理士】

【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

【識別番号】 100068814

【弁理士】

【氏名又は名称】 坪井 淳

【選任した代理人】

【識別番号】 100092196

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 良郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100091351

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 哲

【選任した代理人】

【識別番号】 100088683

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 誠

【選任した代理人】

【識別番号】 100070437

【弁理士】

【氏名又は名称】 河井 将次

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 リング間接続ネットワークシステムとそのノード装置および監視制御装置およびパス設定方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数のノード装置の間を多重回線を介してリング状に接続した複数のリングネットワークと、これらの複数のリングネットワークを互いに相互接続する相互接続部分とを備えたリング間接続ネットワークシステムであって

前記リングネットワークの多重回線に障害が発生した場合に、この障害を回避するように通信経路を切り替える第 1 の自己救済機能と、

前記相互接続部分に障害が発生した場合に、この障害を回避するように通信経路を切り替える第 2 の自己救済機能と、

前記第 1 の自己救済機能と、前記第 2 の自己救済機能とを矛盾なく協調動作させる手段とを備えたことを特徴とするリング間接続ネットワークシステム。

【請求項 2】 時計回りに順次配列した第 1 乃至第 4 のノード装置を多重回線を介してリング状に接続した第 1 のリングネットワークと、

時計回りに順次配列した第 5 乃至第 8 のノード装置を多重回線を介してリング状に接続した第 2 のリングネットワークと、

前記第 3 のノード装置と第 6 のノード装置とを接続する第 1 の接続伝送路と、

前記第 4 のノード装置と第 5 のノード装置とを接続する第 2 の接続伝送路とを備えたリング間接続ネットワークシステムであって、

前記第 4 および第 5 のノード装置に前記多重回線または前記接続伝送路のいずれかからのトラフィックの選択権を持たせるようにして前記第 1 のノード装置と第 8 のノード装置との間に前記第 1 および第 2 の接続伝送路を経由するパスが設定されている状態で、前記第 1 のノード装置と第 4 のノード装置との間の多重回線にトラフィック迂回要因が発生した場合に、

この要因に応じて前記第 1 のリングネットワークにおいて少なくとも当該パスに関するトラフィック迂回処理を行い、かつ前記トラフィックの選択権を前記第 4 のノード装置から前記第 3 のノード装置に移動させることを特徴とするリング

間接続ネットワークシステム。

【請求項3】 前記リング間接続ネットワークシステムは、前記第3のノード装置と第4のノード装置との間の多重回線にトラフィック迂回要因が発生した場合に、

この要因に応じて前記第1のリングネットワークにおいて少なくとも前記パスに関するトラフィック迂回処理を行い、かつ前記トラフィックの選択権を前記第4のノード装置から前記第1のノード装置に移動させることを特徴とする請求項2に記載のリング間接続ネットワークシステム。

【請求項4】 前記リング間接続ネットワークシステムは、前記第1のノード装置と第4のノード装置との間の多重回線、および前記第2の接続伝送路にトラフィック迂回要因が発生した場合に、

この要因に応じて前記第1のリングネットワークにおいて少なくとも前記パスに関するトラフィック迂回処理を行い、かつ前記トラフィックの選択権を前記第4のノード装置から前記第3のノード装置に移動させ、かつこの第3のノード装置が前記第1の接続伝送路からのトラフィックを選択することを特徴とする請求項2に記載のリング間接続ネットワークシステム。

【請求項5】 時計回りに順次配列した第1乃至第4のノード装置を多重回線を介してリング状に接続した第1のリングネットワークと、

時計回りに順次配列した第5乃至第8のノード装置を多重回線を介してリング状に接続した第2のリングネットワークと、

前記第3のノード装置と第6のノード装置とを接続する第1の接続伝送路と、

前記第4のノード装置と第5のノード装置とを接続する第2の接続伝送路とを備えたリング間接続ネットワークシステムであって、

前記第4および第6のノード装置に前記多重回線または前記接続伝送路のいずれかからのトラフィックの選択権を持たせるようにして前記第1のノード装置と第7のノード装置との間に前記第1および第2の接続伝送路を経由するパスが設定されている状態で、前記第1のノード装置と第4のノード装置との間の多重回線にトラフィック迂回要因が発生した場合に、

この要因に応じて前記第1のリングネットワークにおいて少なくとも当該パス

に関するトラフィック迂回処理を行い、かつ前記トラフィックの選択権を前記第4のノード装置から前記第3のノード装置に移動させることを特徴とするリング間接続ネットワークシステム。

【請求項6】 前記リング間接続ネットワークシステムは、前記第3のノード装置と第4のノード装置との間の多重回線にトラフィック迂回要因が発生した場合に、

この要因に応じて前記第1のリングネットワークにおいて少なくとも当該パスに関するトラフィック迂回処理を行い、かつ前記トラフィックの選択権を前記第4のノード装置から前記第1のノード装置に移動させることを特徴とする請求項5に記載のリング間接続ネットワークシステム。

【請求項7】 前記リング間接続ネットワークシステムは、システム内の監視制御を行う監視制御装置を備え、

トラフィック迂回要因の発生に伴いノード装置間で前記トラフィックの選択権が移動した場合に、当該選択権がどのノード装置に移動したかを前記監視制御装置に通知する手段を備えたことを特徴とする請求項2乃至6のいずれかに記載のリング間接続ネットワークシステム。

【請求項8】 前記監視制御装置から各ノード装置に与える外部コマンドであって、前記第1および第2の接続伝送路に関するトラフィックの経路切替に係わる機能を一時的に停止させる外部コマンドを設定したことを特徴とする請求項7に記載のリング間接続ネットワークシステム。

【請求項9】 前記トラフィック迂回要因が発生してからトラフィック迂回処理が起動するまでの時間を、前記監視制御装置から各ノード装置に対して設定する時間設定手段を備えたことを特徴とする請求項7に記載のリング間接続ネットワークシステム。

【請求項10】 前記時間設定手段は、前記第1の自己救済機能における前記トラフィック迂回要因が発生してからトラフィック迂回処理が起動するまでの時間と、前記第2の自己救済機能における前記トラフィック迂回要因が発生してからトラフィック迂回処理が起動するまでの時間とを、個別に設定することを特徴とする請求項9に記載のリング間接続ネットワークシステム。

【請求項 1 1】 2 方向の回線系の伝送路とトリビュタリ側の伝送路が接続可能で、接続された伝送路の状態を監視して伝送路の障害を検出した場合には、障害箇所を迂回する経路に通信経路を切り替えるように動作するノード装置であって、

前記ノード装置を多重回線を介してリング状に接続した第 1 のリングネットワークと、別のノード装置を多重回線を介してリング状に接続した第 2 のリングネットワークと、前記第 1 のリングネットワーク及び前記第 2 のリングネットワーク内のそれぞれ 2 つのノード装置間を、それぞれ第 1 の接続伝送路及び第 2 の接続伝送路とにより接続した形状のリング間接続ネットワークシステムを構成した場合に、

前記多重回線に障害が発生した場合にこの障害を回避するように通信経路の切換えを行う第 1 の自己救済機能と、

前記リングネットワーク間の相互接続部分に障害が発生した場合にこの障害を回避するように通信経路の切り替えを行う第 2 の自己救済機能と、

前記第 1 の自己救済機能と、前記第 2 の自己救済機能とを矛盾なく協調動作させる手段とを備えたことを特徴とするノード装置。

【請求項 1 2】 複数のノード装置の間を多重回線を介してリング状に接続した複数のリングネットワークと、これらの複数のリングネットワークを互いに相互接続する相互接続部分とを備えたリング間接続ネットワークシステムに設けられ、前記複数のノード装置からそれぞれ取得する通知情報をもとに前記リング間接続ネットワークシステムに対する監視制御を行う監視制御装置であって、

操作者とのヒューマンマシンインタフェースを担う表示器を備え、

この表示器における表示画面上に、当該リング間接続ネットワークシステムにおける各ノード装置の接続形態の模式図を示す第 1 のウィンドウを表示し、

当該模式図において前記多重回線を示すシンボルを障害の有無に応じて互いに区別して表示することを特徴とする監視制御装置。

【請求項 1 3】 前記監視制御装置は、個々のリングネットワークにおける回線識別子を任意に指定するための欄を前記表示画面上に表示し、この欄で指定された回線識別子に対応するパスが存在する場合には当該パスの経路を示すシン

ボルを前記第 1 のウィンドウに表示することを特徴とする請求項 1 2 に記載の監視制御装置。

【請求項 1 4】 前記監視制御装置は、前記表示器における表示画面上に、前記リング間接続ネットワークシステムに存在する全てのパスをシンボル表示する第 2 のウィンドウを表示することを特徴とする請求項 1 2 に記載の監視制御装置。

【請求項 1 5】 前記監視制御装置は、前記表示画面のサイズに応じて、前記第 2 のウィンドウにおけるパスの表示範囲を可変するスクロールボタンを当該第 2 のウィンドウとともに表示することを特徴とする請求項 1 4 に記載の監視制御装置。

【請求項 1 6】 前記監視制御装置は、個々のリングネットワークにおける回線識別子を任意に指定するための欄を前記表示画面上に表示し、この欄で指定された回線識別子に対応するパスを強調して表示することを特徴とする請求項 1 4 に記載の監視制御装置。

【請求項 1 7】 前記監視制御装置は、前記指定された回線識別子に対応するパスが複数のリングネットワークに跨る場合には、当該パスに対応する回線識別子を各リングネットワークごとに表示することを特徴とする請求項 1 3 または 1 6 のいずれかに記載の監視制御装置。

【請求項 1 8】 前記監視制御装置は、前記パスの多重元チャネルおよび分離先チャネルの識別子を表示することを特徴とする請求項 1 3 または 1 6 のいずれかに記載の監視制御装置。

【請求項 1 9】 前記監視制御装置は、パスの属性に応じて、当該パスの表示の形態を変えることを特徴とする請求項 1 3 または 1 6 のいずれかに記載の監視制御装置。

【請求項 2 0】 複数のノード装置の間を多重回線を介してリング状に接続した複数のリングネットワークと、これらの複数のリングネットワークを互いに相互接続する相互接続部分とを備えたリング間接続ネットワークシステムに設けられ、操作者とのヒューマンマシンインタフェースを担う表示器を備えた監視制御装置におけるパス設定方法であって、

前記表示器における表示画面上に表示される、当該リング間接続ネットワークシステムにおける各ノード装置の接続形態の模式図を示す第 1 のウインドウにて、設定すべきパスの始点となるノード装置および当該パスの終点となるノード装置を指定するステップと、

リングネットワーク間の接続部分におけるパスルートを指定するステップとを含むことを特徴とすることを特徴とするパス設定方法。

【請求項 2 1】 複数のノード装置の間を多重回線を介してリング状に接続した複数のリングネットワークと、これらの複数のリングネットワークを互いに相互接続する相互接続部分とを備えたリング間接続ネットワークシステムに設けられ、操作者とのヒューマンマシンインタフェースを担う表示器を備えた監視制御装置におけるパス設定方法であって、

前記表示器における表示画面上に表示される、当該リング間接続ネットワークシステムにおける各ノード装置の接続形態の模式図を示す第 1 のウインドウにて、設定すべきパスが通過するノードの全てを指定するステップを含むことを特徴とするパス設定方法。

【請求項 2 2】 複数のノード装置の間を多重回線を介してリング状に接続した複数のリングネットワークと、これらの複数のリングネットワークを互いに相互接続する相互接続部分とを備えたリング間接続ネットワークシステムに設けられ、操作者とのヒューマンマシンインタフェースを担う表示器を備えた監視制御装置におけるパス設定方法であって、

前記表示器における表示画面上に表示される、当該リング間接続ネットワークシステムにおける各ノード装置の接続形態の模式図を示す第 1 のウインドウにて

設定すべきパスの始点となるノード装置および当該パスの終点となるノード装置を指定する第 1 ステップと、

このステップで指定されたノード装置間に設定可能なパスルートを全て算出してこれを一覧表示する第 2 ステップと、

このステップで一覧表示されたパスルートから任意の一つを指定する第 3 ステップとを含むことを特徴とするパス設定方法。

【請求項 2 3】 前記パス設定方法は、設定されたパスを前記リング間接続ネットワークシステム内にクリエイトするに際して、当該システムにおけるセルフヒーリング機能を停止するステップを含むことを特徴とする請求項 2 0 乃至 2 2 のいずれかに記載のパス設定方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、現用系と予備系とを備えて複数のノードをリング状に接続した二重化リングネットワークを、互いに相互接続したリング間接続ネットワークシステムと、そのノード装置および監視制御装置に関する。この種のネットワークの相互接続方式は、例えば I T U (International Telecommunication Union) から頒布された I T U - T (Telecommunication Standardization Sector of ITU) 勧告 (Recommendation) G. 8 4 2 に規定され、インターコネクション (Interconnection) やリングインターワーキング (Ring Interworking) と称される。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

個々の二重化リングネットワーク内に閉じたかたちでのトラフィックの救済 (Self Healing) 方式は、I T U - T 勧告 G. 8 4 1 に詳細に規定されており、特に A P S (Automatic Protection Switching) と称される。またこの勧告の Annex A には、障害箇所を避けた最短ルートに通信パス (Path) を切り替えることができる、Transoceanic Application と称する障害回避策が規定されている。この Transoceanic 方式の切替によればパスの伝送距離を短くできるため、特にノード間の距離が長く伝送遅延が大きい場合に、システムインパクトの少ない切替を実現することが可能である。

【0 0 0 3】

一方、I T U - T 勧告 G. 8 4 2 には、複数の二重化リングネットワークを低次群回線を介して互いに相互接続 (Interconnection) する方式が詳細に規定されており、この勧告に則して形成したリング間接続ネットワークシステムにおけるトラフィックの救済方式についても、その一部が規定されている。

【0004】

しかしながらこの勧告G. 842には、障害箇所に隣接するノードでそれぞれループバックを行うことにより障害を回避する、いわゆるNon-Transoceanic方式による障害回避の方法が規定されているにとどまり、先に述べたTransoceanic方式による障害回避方法は規定されていない。

【0005】

このことはノード装置を提供する事業者のマルチベンダ化を阻み、近年のキャリア事業者のニーズに応えることが難しいということを意味する。また勧告G. 841によるAPS機能と、勧告G. 842によるインターワーキング機能とが個別に動作すると、回線断やひいてはトラフィックのミスコネクトを生じてしまう虞が有るために、何らかの対応策を早急に講じる必要がある。

【0006】

また、勧告G. 842のインターワーキング機能を実現するに際して次のような困難も有る。すなわちネットワークシステムの監視制御を行う監視制御装置は、Interconnectionを考慮しない従来のシステムでは、複数のリングネットワークのそれぞれを独立したものとみなすことができた。この場合のシステムのPath Configurationでは、個々のリングネットワーク内に閉じたパスのみを管理対象とすれば良い。

【0007】

しかしながらInterconnection機能を持つシステムでは、複数のリングネットワークを通過したり経由したりするパスが存在するために、このようなパスをも併せて管理する必要が新たに生じる。このような状況のもとでパスの全貌を把握するには、従来の装置ではリングネットワーク単位で実施したパスマネジメントの結果を人手により組み合わせるしかなく、そのための手間が非常に煩雑であった。さらに、このようなリング間接続ネットワークシステムにおけるパスのレストレーション処理は複雑であり、オペレータにとって個々のパスの状態を把握することがますます困難になる。このようなことから、特にヒューマンマシンインタフェースを改善して運用上の便宜を向上させることが望まれている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

以上述べたように複数の二重化リングネットワークをInterconnection接続したリング間接続ネットワークシステムについて、Transoceanic方式による障害回避策が提供されていない。このため、この種のシステムでTransoceanic方式の切替を行うと回線断や、トラフィックのミスコネクトなどを生じてしまう虞があった。

【0 0 0 9】

また、従来の監視制御装置ではパスを監視制御するための人間系の手間が煩雑で、これを軽減して運用上の便宜を向上させることが望まれていた。

【0 0 1 0】

本発明は上記事情によりなされたもので、その第1の目的は、Transoceanic方式による障害回避を実施しても誤接続を生じる虞の無いリング間接続ネットワークシステムと、そのノード装置を提供することにある。

【0 0 1 1】

また本発明の第2の目的は、ヒューマンマシンインタフェースを改善し、運用上の便宜の向上を図った監視制御装置およびパス設定方法を提供することにある。

【0 0 1 2】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために本発明は、複数のノード装置の間を多重回線を介してリング状に接続した複数のリングネットワークと、これらの複数のリングネットワークを互いに相互接続する相互接続部分とを備えたリング間接続ネットワークシステムであって、

前記リングネットワークの多重回線に障害が発生した場合に、この障害を回避するように通信経路を切り替える例えばAPS機能などの第1の自己救済機能と、前記相互接続部分に障害が発生した場合に、この障害を回避するように通信経路を切り替える例えばリングインターワーキング機能などの第2の自己救済機能と、前記第1の自己救済機能と、前記第2の自己救済機能とを矛盾なく協調動作させる例えば切り替え制御手段などを備えたことを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

より具体的は、本発明は、例えば時計回りに順次配列した第 1 乃至第 4 のノード装置を多重回線を介してリング状に接続した第 1 のリングネットワークと、時計回りに順次配列した第 5 乃至第 8 のノード装置を多重回線を介してリング状に接続した第 2 のリングネットワークと、前記第 3 のノード装置と第 6 のノード装置とを接続する第 1 の接続伝送路と、前記第 4 のノード装置と第 5 のノード装置とを接続する第 2 の接続伝送路とを備えたリング間接続ネットワークシステムであって、

前記第 4 および第 5 のノード装置に前記多重回線または前記接続伝送路のいずれかからのトラフィックの選択権を持たせるようにして前記第 1 のノード装置と第 8 のノード装置との間に前記第 1 および第 2 の接続伝送路を経由するパスが設定されている状態で、前記第 1 のノード装置と第 4 のノード装置との間の多重回線にトラフィック迂回要因が発生した場合に、

この要因に応じて前記第 1 のリングネットワークにおいて少なくとも当該パスに関するトラフィック迂回処理を行い、かつ前記トラフィックの選択権を前記第 4 のノード装置から前記第 3 のノード装置に移動させることを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

このようにすることで、いわゆるTransoceanic型の A P S とインターワーキング機能による切替機能とを協調して動作させることが可能になる。

【 0 0 1 5 】

また本発明の監視制御装置は、多重回線を介して複数のノード装置をリング状に接続したリングネットワークを互いに相互接続したリング間接続ネットワークシステムに設けられ、前記複数のノード装置からそれぞれ取得する通知情報をもとに前記リング間接続ネットワークシステムに対する監視制御を行う監視制御装置であって、操作者とのヒューマンマシンインタフェースを担う表示器を備え、この表示器における表示画面上に、当該リング間接続ネットワークシステムにおける各ノード装置の接続形態の模式図を示す第 1 のウインドウを表示し、当該模式図において前記多重回線を示すシンボルを障害の有無に応じて互いに区別して表示することを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

このほか本発明に係わる監視制御装置は、前記表示画面上にパスの全貌を表示するウインドウを開いたり、パス設定に係わるウインドウなどを開くための種々の機能ボタンを備えるようにした。

【 0 0 1 7 】

このような手段を講じることにより、複数のRing Networkを統合して管理し、Pathの全貌を監視画面上で監視・制御することが可能になる。その結果、Ring Networkを跨ぐPathを画面上のクリック操作によりCreate/Deleteすることができ、またPathのRestoration状態（他APS：RingAPSのRestoration状態も含む）を把握することなどが可能になる。また特に、Ring Interworkingに向けた外部コマンドのサポート（Lockout/Forced SW/Manual SWなど）を一元管理することが画面上の操作を介して行えるようになる。これらのことから、ヒューマンマシンインタフェースを改善することが可能になる。

【 0 0 1 8 】

【発明の実施の形態】

次に、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。なお、ここではSDHに準拠するシステムを対象とする。

図1は、本発明の実施の形態に係わるリング間接続ネットワークシステムの構成を示す図である。このシステムは、それぞれITU-T勧告G. 841 Annex AのリングAPS機能を備える二つのリングネットワーク（Ring Network 1, Ring Network 2）を、ITU-T勧告G. 842に則して互いにインターコネクション接続したものである。

【 0 0 1 9 】

Ring Network 1は、光ファイバ伝送路OFを介してノード装置（Node）A～Dをリング状に接続してなる。同様にRing Network 2は、光ファイバ伝送路OFを介してノード装置（Node）E～Hをリング状に接続してなる。光ファイバ伝送路OFは、それぞれ時計回り（Clockwise：CW）回線および反時計回り（Counter Clockwise：CCW）回線からなる現用系伝送路SL（Service Line）と予備系伝送路PL（Protection Line）とから構成される。この種の二重化

リングネットワークシステムは、特に 4 ファイバリングシステムと称される。なお 1 本のファイバに現用系伝送路と予備系伝送路とを多重した 2 ファイバリングシステムも有る。

【 0 0 2 0 】

現用系伝送路 S L、予備系伝送路 P L には、複数の波長の光信号が波長多重されて伝送される。各波長には、例えば S T M - 6 4 (Synchronous Transport Module Level 64) などの高速インタフェースが採用される。システムに障害の無い場合に現用系伝送路 S L を介して伝送される信号を、サービストラフィックと称する。また、現用系伝送路 S L にサービストラフィックを流しているときには、予備系伝送路 P L は空きとなる。そこで、システムの運用効率の向上のため、例えばリアルタイム性を要求されない情報のように比較的優先度の低いトラフィックを予備系伝送路の空きチャンネルに流す場合がある。この種のトラフィックをエキストラトラフィック、またはパートタイムトラフィック (P / T トラフィック) と称する。

【 0 0 2 1 】

特に、P / T トラフィックには専用のインタフェースが設けられている。またエキストラトラフィックを設定するタイムスロットは、現用系伝送路 S L におけるサービストラフィックが設定されたタイムスロットと 1 対 1 になるように決められているが、パートタイムトラフィック用のタイムスロットにはそのような制限は無い。

【 0 0 2 2 】

一方、ノード装置 A ~ H はそれぞれ低速回線 3 c を介して例えば交換機、専用線ノード、A T M クロスコネクタ装置などの低次群装置 (符号付さず) に接続される。図 1 では繁雑を避けるため一部のノードにのみ、その様子を示す。

【 0 0 2 3 】

ところでこのシステムでは、ノード装置 C と F、およびノード装置 D と E とが、その低速回線 3 c の一部を利用して互いに接続されており、その接続インタフェースこそ上記勧告 G. 8 4 2 に記載のリングインターワーキング (Ring Interworking) である。なお上記の構成は、各リングネットワークにおける 2 つのノ

ード装置を相互接続しており、その意味でデュアルノードインターワーキング (Dual Node Interworking) と称する。

【 0 0 2 4 】

また図 1 のリング間接続ネットワークシステムは、このシステム全体に対する監視処理、および制御処理などを行う監視制御装置 (Network Management Equipment : NME) を備える。NME 1 0 は例えば汎用のワークステーションに専用のアプリケーションソフトを搭載して実現され、ネットワークにおけるパス設定や警報監視などの各種制御を実行する。

【 0 0 2 5 】

NME 1 0 は、LANなどを介して例えば一つのノード装置 (図 1 ではノード装置 B) に接続される。もちろん、全てのノード装置に NME 1 0 を接続しても良く、NME 1 0 の数およびその設置の形態は任意である。

【 0 0 2 6 】

このようなシステムでは、NME 1 0 をマネージャ、各ノード装置 A ~ H をエージェントとするマネージャ/エージェントモデルが形成される。もちろん、NME 1 0 の監視制御の対象 (MO : Managed Object) はノード装置 A ~ H に限るものではなく、例えば光ファイバ伝送路 OF など様々に存在する。

【 0 0 2 7 】

そして、NME 1 0 はその監視制御対象に対して網管理用のネットワーク (管理ネットワーク) を介して接続される。NME 1 0 は網管理を行うにあたり、この管理ネットワークを介してノード装置 A ~ H から受信する通知情報 (Notification) を主に利用する。なお管理ネットワークは、SDH フレームの例えば DCC (Data Communication Channel) などを利用して形成される。また管理ネットワークにおける NME 1 0 と各ノード装置 A ~ H との接続プロトコルには、例えば CMIP (Common Management Information Protocol) を採用する。

【 0 0 2 8 】

さて、ノード装置 A ~ H は、それぞれ光ファイバ伝送路 OF を介して伝送される STM-64 フレームに時分割多重されたタイムスロットのうち所定のスロットを分離 (ドロップ) し、低速回線 3 c に送出する。またノード装置 A ~ H は低

速回線 3 c からの STM-1、STM-4、STM-16 などの低次群信号を STM-64 フレームの所定スロットに多重（アッド）し、他のノード装置に送出する。このようにして、各ノード装置間に所定の伝送容量を持つパス（Path）が設定される。

【 0 0 2 9 】

すなわち、通信を行いたい区間にパスを設定することにより、この区間での情報伝送が可能となる。パスの設定の際には、通信を行いたい区間の一方のノード装置の低速側チャンネルと、他方のノード装置の低速側チャンネルと、経由するノード装置などを指定する。

【 0 0 3 0 】

ここで注意すべきは、Ring Network 1 と Ring Network 2 とをインターコネクション接続することにより、各リングネットワーク内に閉じたパスだけでなく、2 つのリングネットワークを跨ぐパスを設定することが可能になることである。

【 0 0 3 1 】

図 2 に、ノード装置 A ～ H の構成を示す。すなわちノード装置 A ～ H は現用系伝送路 S L を終端する現用系高速インタフェース部（H S I / F）1 - 0 と、予備系伝送路 P L を終端する予備系高速インタフェース部 1 - 1 を備える。現用系高速インタフェース部 1 - 0 および予備系高速インタフェース部 1 - 1 を介して装置内部に引き込まれた STM-64 信号は、タイムスロット交換部（T S A : Time Slot Assignment）2 - 0 に与えられる。タイムスロット交換部 2 - 0 はこの STM-64 信号に時分割多重されたタイムスロットのうち、所定のタイムスロットをドロップして低速インタフェース部（L S I / F）3 - 1 ～ 3 - k に与える。逆に、低速インタフェース部 3 - 1 ～ 3 - k からの低次群信号はタイムスロット交換部 2 - 0 に与えられ、STM-64 フレームの所定のタイムスロットにアッドされて高速回線 O F を介して送出される。

【 0 0 3 2 】

なお、タイムスロット交換部 2 - 0 はタイムスロット交換部 2 - 1 と対を成して二重化されており、定常時にはタイムスロット交換部 2 - 0 が現用系として動作する。またタイムスロット交換部 2 - 0 に障害を生じた際には、タイムスロッ

ト交換部 2-1 を予備系として運用すべく装置内切り替えが実行される。タイムスロット交換部 2-1 の動作はタイムスロット交換部 2-0 の動作と同様である。

【0033】

なお、現用系と予備系との間には、現用系から予備系へ、又は予備系から現用系への伝送経路の変更が可能になるようなスイッチ回路（図示せず）が設けられている。

【0034】

ここで、高速インタフェース部 1-0, 1-1、タイムスロット交換部 2-0, 2-1、低速インタフェース部 3-1~3-k は、それぞれサブコントローラ 4H, 4T, 4L を介して主制御部 5 に接続されている。サブコントローラ 4H, 4T, 4L は主制御部 5 により様々な動作制御を与える際の補助となるもので、サブコントローラ 4H, 4T, 4L と主制御部 5 との協調動作により、冗長切り替え制御などの各種制御が階層的に実行される。

【0035】

主制御部 5 は、各種制御プログラムなどを記憶した記憶部 6 と、管理網インタフェース (I/F) 7 とに接続される。記憶部 6 には、APS 機能の実行の際に必要な、個々のリングネットワークにおけるパスの設定状態を示すリングマップ (Ring Map) や、高次群チャネルと低次群チャネルとの接続設定状態を示すファブリック (Fabric) と呼ばれる接続状態情報などが記憶される。なおリングマップについては、ITU-T 勧告 G. 841 の Figure 7-6/G. 841 などに詳しい記述がある。

【0036】

ところで、主制御部 5 は切替制御手段 5a を備える。切替制御手段 5a は、その機能として少なくとも ITU-T 勧告 G. 841 Annex A に言う MS shared protection rings (transoceanic application) を実行する機能と、ITU-T 勧告 G. 842 に言う Ring Interworking 機能とを備えた機能オブジェクトである。すなわち以下の文章で言うところの APS 機能と、リングインターワーキング機能との実現を担うものである。なお本実施形態では便宜のため、上記 MS share

d protection rings (transoceanic application)の機能をRing APS、または高速インタフェースに係わる切替の意味でHS APSと称する。また、この機能による切替処理を特にリング切替 (Ring Switch) と呼ぶこともある。

【 0 0 3 7 】

さらに切替制御手段 5 a は、本発明に係わる新たな制御機能として、Ring APS 機能とRing Interworking機能とが協調して動作するための制御を行う。この新たな制御機能は、例えば既存の制御プログラムに新たにパッチを当てるなどの手法により実現することができる。本実施形態ではこの制御手順につき詳しく説明する。

【 0 0 3 8 】

図 3 に、NME 1 0 の構成を示す。NME 1 0 は例えば汎用のワークステーションに監視制御アプリケーションソフトを搭載してなり、その機能の主体はソフトウェアにより実現される。NME 1 0 は、操作部 2 1、表示部 2 5 を備えてヒューマンマシンインタフェースを担う入出力部 8 0 と、LAN を介して各ノード装置 A ~ H との接続インタフェースをとるインタフェース (I / F) 部 9 0 と、各種監視制御プログラムなどを記憶した記憶部 1 0 0 と、CPU (Central Processing Unit) 1 1 0 とを備えている。操作部 2 1 は例えばマウスやキーボードなど、表示部 2 5 は液晶ディスプレイなどとして実現される。

【 0 0 3 9 】

ところでCPU 1 1 0 は、表示制御手段 1 1 0 a を備えている。表示制御手段 1 1 0 a は、表示部 2 5 の表示制御全般、表示部 2 5 の表示内容に対する操作 (例えばマウスによるクリックなど) に応じた演算処理、ノード装置 A ~ H からの通知を反映した表示内容の変更などを行う。本実施形態では、表示制御手段 1 1 0 a の機能の中でも、特にリングネットワーク間を跨ぐパスをも含めた表示制御の仕様につき詳しく説明する。

【 0 0 4 0 】

ここで、ノード装置 A ~ H における基本的なパス設定手順、および切替の手順につき説明しておく。まず、例えばNME 1 0 を介してオペレータによる通信パスの設定操作が行われると、この情報が図 2 の HS I / F 1 - 0 を介して主制

御部 5 に取り込まれる。主制御部 5 はこの情報をもとに、記憶部 6 のリングマップと接続状態情報とを更新する。

【 0 0 4 1 】

そして主制御部 5 は、T S A 2 - 0 を、接続状態情報に基づくスイッチ状態に設定する。この設定により、T S A 2 - 0 は現用系伝送路 S L (予備系伝送路 P L) から現用系 H S I / F 1 - 0 を介して受信した信号に対して、ドロップさせる必要のないチャンネルは他方側の H S I / F 1 - 0 にスルーさせる。またドロップあるいはアッドさせる必要のあるチャンネルに対しては、T S A 2 - 0 は対応する L S I / F 3 - 1 ~ 3 - k と接続する。

【 0 0 4 2 】

一方、ノード装置内の各ユニットに設けられた監視部 (図示せず) からのアラーム情報、または他のノード装置からの障害発生による伝送路切替え要求を受信すると、主制御部 5 の切替制御手段 5 a が、サービストラヒックの回避を行うために必要な通信パスの伝送径路を判断して、記憶部 6 のリングマップ、接続状態情報を更新し、T S A 2 - 0 の設定状態を変更してサービストラヒックの障害から回避させる。

【 0 0 4 3 】

(第 1 の実施例)

次に、本発明の第 1 の実施例につき説明する。この実施例では、ノード装置 (簡便のため、以下ノードと略称する) A ~ H はいずれも図 2 の構成をとるものとする。まず、本発明の特徴に関する部分の説明に先立ち、I T U - T 勧告 G . 8 4 2 に規定された一般的な事柄につき説明する。

【 0 0 4 4 】

< 概要の説明 >

複数のリングネットワークを低速光インタフェース (S T M - 1 E / 1 0 / 4 0 / 1 6 0 / 6 4 0 : 添字 E は電気インタフェース、o は光インタフェースを示す) で接続することにより、リング間相互乗り入れ (デュアルノードインターコネクション) を実現する。ここでは、上記リングネットワーク間接続部のプロテクションシステムに I T U - T Recommendation G . 8 4 2 仕様 “Dual Node Ring Interworking” を適用した場合の

動作につき述べる。

【0045】

図4は、図1のシステムを模式的に示す図である。なお図示の都合上、図4では図1のシステム構成を縦向きにして示したが、ネットワークポロジおよび符号は全く同じである。ここに、符号aはノードAに接続された低次群装置、符号bはノードGに接続された低次群装置にそれぞれ相当するオブジェクトである。以後簡略のため、それぞれ(a)，(b)と表記する。図4中、実線矢印は(b)から(a)へのトラフィックの流れ、点線矢印は(a)から(b)へのトラフィックの流れを示す。

【0046】

図4のように、複数のリングネットワークをそれぞれ2つのノードの低速インタフェース(LS INF)を介して接続したネットワーク形状をデュアルノードインターコネクション(Dual node interconnection)と定義する。このデュアルノードインターコネクション機構を用いてパスプロテクション動作を行うことで、デュアルノードインターワーキング(Dual Node Interworking)を実現する。

【0047】

図5に示すようにリングインターワーキングとは、端的に言えば、一方のリングネットワークにおけるインターコネクトする2つのノードから同一の信号を平行に送信(パラフィード)し、パラフィードした信号を他方のリングネットワークで選択的に受信することにより、トラフィックをパス単位で救済するプロテクションメカニズムである。よって冗長切替は受信選択の動作のみである。またパス救済の形態はUni-directionalである。

【0048】

図6に示すように、サービストラフィックをHS(高速)チャネルとLS(低速)チャネルの2方向にパラフィード(Drop and Continue)し、かつHSチャネルまたはLSチャネルのいずれかからサービストラフィックを選択受信する機能を有するノードをプライマリノード(Primary Node)と定義する。図6ではノードD、Eがこれに相当する。

【0049】

また図6において、リングインターワーキング機構で、サービストラフィックを迂回させるためにあらかじめ準備されたバックアップ経路(予備ルート)を持つノードをセカンダリノード(Secondary Node)、2つのリングネットワークを乗り入れるパスが終端するノードをターミネーションノード(Termination Node)とそれぞれ定義する。図6でセカンダリノードはノードC、F、ターミネーションノードはノードA、Hである。

【0050】

リングインターワーキングでは、通信パスの設定の際に現用ルートと予備ルートが決定される。ここに、現用ルートをサービスサーキット (Service Circuit)、予備ルートをセカンダリサーキット (Secondary Circuit) と定義する。これらのルートは2対のノードで構成されるインターコネクション部分におけるパスの形状により決定される。例えば図6では、ノードD、Eを結ぶルートがService Circuit、ノードD、C、F、Eを結ぶルートがSecondary Circuitとなる。なお図6に示すパス形状をSame Sideと称する。

【0051】

一方、図7では、ノードD、E、Fを結ぶルートがService Circuit、ノードD、C、Fを結ぶルートがSecondary Circuitとなる。なお図7に示すパス形状をOpposite Sideと称する。特にこのOpposite Sideの形状では、インターコネクション部のトラフィック経路によりDiverse Routing, Uniform Routingを定義することができる。Diverse Routingのパス形状を図8に、Uniform Routingのパス形状を図9にそれぞれ示す。なおDiverse Routing, Uniform Routingを認識して制御することはない。

【0052】

なお図1に示したデュアルノードインターワーキング構成のほか、図10に示すようにノード装置AとHとを相互接続する形態もある。この種の構成は、各リングネットワークにおいて1つのノードがネットワーク間接続に係わるという意味で、シングルノードインターワーキングと称する。さらに、図示しないが各リングネットワークにおいて2つ以上のノード装置を相互接続する形態も可能である。

【 0 0 5 3 】

＜本発明の特徴に関する説明＞

次に、本発明の特徴に関する部分の説明を行う。ここでは、ITU-T Recommendation G. 841 Annex AをベースとしたDual Node Interworkingにつき説明する。リング間接続ネットワークシステムでITU-T Recommendation G. 841 Annex Aに準拠したRing APS機能を動作させるにあたり、上記で定義したモデルとは異なるモデルを新たに再定義する必要が生じる。よって以下では、Ring APSが動作した場合を考慮し、Ring APS動作時のデュアルノードインターワーキングの定義を行う。

【 0 0 5 4 】

すなわち、デュアルノードインターコネクション部のパス形状と、Ring APS機能部がどのセクションに対してリング切替を行うかによって上記で定義したPrimary Node、Secondary Node、Service Circuit、Secondary Circuitの定義が異なる。より詳しく言えば、機能的な定義は変わらない。ただし、機能を有するノードの物理的な位置が再定義されることになる。なお装置内冗長切替え機能、LS-APS機能が動作した時は再定義の必要はない。

【 0 0 5 5 】

図11は、Same Sideにおける初期設定時の状態の一例を示す図である。このとき、ノードD、EがPrimary Node、ノードC、FがSecondary Node、ノードA、HがTermination Nodeとなる。なお図11のモデルはノーマル(HS Side Fault Free State)時を示す。

【 0 0 5 6 】

図12は、図11のノーマル状態から、ノードA、D間にリング切替(Ring Switch)を要求するイベントが生じた場合を示す図である。このイベントとしては、当該区間の現用系伝送路SLおよび予備系伝送路PLの両方に障害が生じた場合、またはNME10からのコマンド(Forced Switchなど)の投入などがある。

【 0 0 5 7 】

図12において、上記イベントの発生を受けてRing APSが起動し区間AD(ノ

ードAとノードDとの間の区間、以下同様)でリング切替が完了すると、トラフィックルートは区間AD以外の区間にレストレーションされる。これ以降、プライマリノードの機能は、切替前にセカンダリノードであったノードが担う。このノードを新たにプロテクションプライマリノード(Protection Primary Node)と定義する。

【0058】

逆に、リング切替の完了以降、セカンダリノードの機能は、切替前にプライマリノードであったノードが担う。このノードを新たにプロテクションセカンダリノード(Protection Secondary Node)と定義する。

【0059】

図12では、ノードCがProtection Primary Nodeに、ノードDがProtection Secondary Nodeにそれぞれ再定義される。

【0060】

さらに、上記受信選択機能(選択権)を持つノードの変更に合わせて、現用/予備ルートをそれぞれ図12のごとくプロテクションサービスサーキット(Protection Service Circuit)、プロテクションセカンダリサーキット(Protection Secondary Circuit)と定義する。

【0061】

図13は、Opposite Sideにおける初期設定時の状態の一例を示す図である。このとき、ノードD、FがPrimary Node、ノードC、EがSecondary Node、ノードA、GがTermination Nodeとなる。なお図13のモデルはノーマル(HS Side Fault Free State)時を示す。

【0062】

図14は、図13のノーマル状態から、ノードA、D間にリング切替(Ring Switch)を要求するイベントが生じた場合を示す図である。図14において、上記イベントの発生を受けてRing APSが起動し区間ADでリング切替が完了すると、トラフィックルートは区間AD以外の区間にレストレーションされる。ここでも図12と同様に、ノードCがProtection Primary Nodeに、ノードDがProtection Secondary Nodeにそれぞれ再定義される。

【0063】

ここで、次の点に注意する必要がある。図11のノーマル時においてPrimary Nodeの状態は、Service Circuitを選択している状態である。いわゆるRing Interworkingに関して切替要求がない状態である。また、図12においてもProtection Primary Node状態はProtection Service Circuit選択状態であり、いわゆる切替要求が無い状態である。

【0064】

すなわち、Ring APS機能がRing Switchを起動してもRing Interworking機能に対し切替を要求することは無い。Ring APS機能動作時のPrimary Nodeの物理的な位置は変動するが、インターコネクション部分の選択状態を変更することは無い。図13、図14のように、パス接続形態がOpposite Sideの場合も同じことが言える。

【0065】

図15は、図11のノーマル状態から区間CDでのリング切替が完了した状態を示す図である。区間CDでリング切替が完了したとき、セカンダリサーキットは区間CD以外のプロテクションセカンダリサーキットにレストレーションされる。

【0066】

これ以降、プライマリノードの機能は、切替前にターミネーションノードであったノードが担う。このノードも、プロテクションプライマリノード(Protection Primary Node)と定義する。

【0067】

また、リング切替の完了以降、セカンダリノードの機能は、切替前にセカンダリノードであったノードが担う。このノードも、プロテクションセカンダリノード(Protection Secondary Node)と定義する。

【0068】

図15では、ノードAがProtection Primary Nodeに、ノードCがProtection Secondary Nodeにそれぞれ再定義される。

【0069】

また、これに合わせ現用/予備ルートをそれぞれ図 1 5 のごとくプロテクションサービスサーキット (Protection Service Circuit)、プロテクションセカンダリサーキット (Protection Secondary Circuit) と定義する。

【 0 0 7 0 】

図 1 6 は、図 1 3 のノーマル状態から区間 C D でのリング切替が完了した状態を示す図である。図 1 6 において区間 C D でリング切替が完了したとき、セカンダリサーキットは区間 C D 以外のプロテクションセカンダリサーキットにレストレーションされる。ここではノード A が Protection Primary Node に、ノード D が Protection Secondary Node にそれぞれ再定義される。

【 0 0 7 1 】

なお、ここでも上記と同様の事項に注意を要する。図 1 5 において Protection Primary Node 状態は Protection Service Circuit 選択状態であり、いわゆる切替要求が無い状態である。

【 0 0 7 2 】

すなわち、Ring APS 機能が Ring Switch を起動しても Ring Interworking 機能に対し切替を要求することは無い。Ring APS 機能動作時の Primary Node の物理的な位置は変動するが、インターコネクション部分の選択状態を変更することは無い。

【 0 0 7 3 】

次に、Ring Interworking 機能と Ring APS 機能との複合動作について述べる。Ring APS 機能は、ネットワークにおけるパス設定機能（既知の機能オブジェクト）が生成したパス経路に対してプロテクション動作を行う。このため、パス設定機能による設定と異なる状態のとき、すなわち Ring Interworking 機能が Secondary Circuit を選択している場合には A P S による切替手順に工夫を要する。

【 0 0 7 4 】

まず、図 1 1 の状態からインターコネクション部分の L S インタフェースに障害が発生すると、Ring Interworking 機能が起動する。例えば区間 D E に障害が発生した場合、図 1 7 に示すように Primary Node であるノード D、E は Secondary Circuit を選択する。

【 0 0 7 5 】

次に、図 1 7 の状態から H S インタフェース障害が生じると、Ring APS機能がリングスイッチを起動する。図 1 8 に、区間 A D にリング障害が生じた場合を示す。しかしながら、Ring APS機能はRing Interworking機能の切替状態に拘わらず、デフォルトのパス形状であるDrop and Continue with Add形状のパスに対してリングスイッチを行う。すなわちRing APS機能は、パス障害が存在するProtection Service Circuitに向けたレストレーション操作を行うことになる。

【 0 0 7 6 】

そこで本実施例では、Ring APSのレストレーション後にAPS機能からRing Interworking機能に制御情報を与え、少なくとも各ノードに搭載されたRing Interworking機能に、自ノードのステートがProtection Primary Nodeであるか、またはProtection Secondary Nodeであるかということを、Ring Interworking機能に認識させるようにする。制御情報としては、障害の発生箇所や、レストレーション状態にあるパスの識別子などが挙げられる。

【 0 0 7 7 】

ここで、両機能間での制御情報の授受は、ノード内に閉じた形で実現すると都合が良い。すなわち機能オブジェクト間での制御情報の授受をノード内で実施する。このようにすると、異なるノード間での情報の授受を新たに設定する必要がなくなる。また、異なるノードのRing Interworking機能間での通信の必要が無い。

【 0 0 7 8 】

なお各ノードのRing Interworking機能に、自ノードリングネットワークにおけるRing APSの切替状態を認識させるには、上記制御情報をRing Interworking機能に与えてRing Interworking機能側でステートを算出させるという形態にしても良いし、またはA P S機能の側でノードのステートを算出してこれをRing Interworking機能に通知するという形態にしても良い。

【 0 0 7 9 】

さて、このような制御情報の通知を受けたRing Interworking機能は、Protection Primary Nodeであるノード C においてパス警報(例えば P A I S : Pass Alar

m Indication Signal)を検出すると、これをトリガとしてRing Interworking切替をノードCで実行する。すなわち図19に示すように、Ring Interworking切替により、ノードCはProtection Secondary Circuitを選択する。この状態に至ると、ミスコネクトを誘発することなく、パスを救済することができる。なおPAISの取得先は、図18、19に示すようにLSインタフェース側からでも、またはHSインタフェース側からでも良い。これは、ノードのTSA2-0の設定状態によって変わる。

【0080】

このように、Ring Interworking機能にAPS機能から制御情報を与え、Ring APS機能とRing Interworking機能とを複合的に動作させることにより、結果としてサービスパスをレストレーションすることが可能になる。

【0081】

なお、Ring Interworking機能が動作した後に、Ring APS機能が動作する際の切替時間に注意する必要がある。勧告G. 841の規定によればRing APS機能の切替時間は最大で300[ms]である。上記説明ではRing Interworking機能とRing APSが複合的に動作する機構でレストレーションを実現しているため、レストレーションでは双方の切替時間を積算して最終的な切替時間を見積もる必要がある。

【0082】

なお、例えば図17に例えば切替完了通知(切替なし→自動切替完了)(図17のノードD、Eから出る矢印)とあるのは、各ノードからNME10への通知情報(Notification)を示す。

【0083】

ここで、外部コマンドによりSecondary Circuitを選択する際の方式につき説明する。NME10などの外部OS(Operation System)からのコマンド切替え/切戻し要求は、本実施例ではPrimary Nodeに対して投入するようにする。Ring APSがレストレーション動作している状態でもコマンドの投入先ノードは同様であり、すなわちProtection Primary Nodeとする。

【0084】

次に、図20を参照してノード障害またはノードアイソレーション(ノードが

孤立する形態の伝送路障害) 時の動作につき説明する。図 1 1 の状態からノード D に障害が発生すると、図 2 0 に示すようにリング切替が実施されてサービストラフィックがレストレーションされる。

【 0 0 8 5 】

リングインターコネクション接続を有するネットワーク構成の場合、パスの接続の形態が特殊であるために、Dual Node Interconnection形状を利用することによりサービストラフィックのレストレーションを行うことが可能となる。本実施例では、リングAPSでは図 2 0 のようにレストレーションを行う。リングインターワーキング機能はProtection Primaryで自動切替が完了することになる。

【 0 0 8 6 】

ここで、本実施例における各ノードの自己監視機能につき説明する。現用ルート(Service Circuit)、予備ルート(Secondary Circuit)の状態(障害の発生状態)に関しては、各ノードにおいて常に自己監視を行う。また、各種のプロテクション機能(リングAPS、装置内冗長切替え機能、LS-APS)が動作した場合、動作状況に合わせ監視位置を変更する。装置内冗長切替え、LS-APS機能が動作した場合には、Service Circuit、Secondary Circuitを監視する。Ring APS機能が動作した場合には、現用ルート(Protection Service Circuit)、予備ルート(Protection Secondary Circuit)を監視する。

【 0 0 8 7 】

次に、本実施例における各ノードの状態監視通知機能につき説明する。上記したPrimary Node、Secondary Node、Protection Primary Node、Protection Secondary Nodeは、自己のステートをオペレータに明示するなどのため、外部OSに対して各種の通知情報を送出する。通知としては、パス経路生成の通知、Ring Interworkingにおける受信選択機能を持つNodeをパス単位に示すステート通知、Ring APSにおけるパスプロテクション状態を示す切替/切り戻し通知などがある。

【 0 0 8 8 】

図 2 1 に、パス設定時の通知を示す。この図は図 1 1 に示すパスの設定時に相当するものである。このとき、ノード A, C, D, E, F, H がいずれも通信パス生成の通知、起動状態通知をNME 1 0 に向け送出する。Primary Nodeである

ノードD, Eは、起動状態通知を送出し、自己が受信選択機能を持つことを示す。
Secondary NodeまたはTermination Nodeである他のノードA, C, F, Hは、
起動状態通知を送出して自己が受信選択機能を持たないことを示す。

【0089】

図22に、Ring Interworking機能動作時の通知を示す。この図は図17の状態に相当する。ここでは、Primary NodeであるノードD, Eが切替状態にあることを示す切替通知 (Normal→Switch) を送出する。図17の切替完了通知 (切替なし→自動切替完了) も全く同じ意味である。

【0090】

図23に、Ring APS機能動作時におけるRing Interworking機能からの通知を示す。この図は図12の状態に相当する。ここでは、Protection Primary NodeとなったノードCがステート通知 (disable→enable) を、Protection Secondary NodeとなったノードDがステート通知 (enable→disable) をそれぞれ送出する。なお図23の (Secondary)、 (Primary) はステート変更前の状態である。

【0091】

図24は、Ring APS機能動作時におけるRing Interworking機能からの通知の別の例を示す図である。この図は図15の状態に相当する。ここでは、Protection Primary NodeとなったノードAがステート通知 (disable→enable) を、Protection Secondary NodeとなったノードCがステート通知 (enable→disable) をそれぞれ送出する。

【0092】

図25に、Ring APS機能とRing Interworking機能との複合動作時におけるRing Interworking機能からの通知を示す。この図は図18の状態を経て図19の状態に至ったことを示す。まず図18の状態では、Protection Primary NodeとなったノードCがステート通知 (non Primary→Primary) を、Protection Secondary NodeとなったノードDがステート通知 (Primary→non Primary) をそれぞれ送出する。図25と比べると分かるように、 (non Primary→Primary) は (disable→enable) と同義、 (Primary→non Primary) は (enable→disable) と同義である。

【 0 0 9 3 】

続く図 1 9 の状態では、Protection Secondary Circuitを選択したノード C が切替通知 Protection Rep Notif (NoReq→Auto Sw Comp) を送出する。

【 0 0 9 4 】

＜さらに詳しい説明＞

次に、図 2 6 ～図 3 8 の模式図、および図 3 9 ～図 4 3 のフローチャートを参照して本実施例につき更に詳しく説明する。

図 2 6 ～図 3 8 は、本実施例の各ノードにおけるトラフィックの選択状態を示す模式図である。Working Fiber (白ヌキ実線) が現用系伝送路 S L、Protection Fiber (白ヌキ一点鎖線) が予備系伝送路 P L である。これらの伝送路の中に描かれた矢印がサービスパスを示す。

【 0 0 9 5 】

図 2 6 は、Ring Network 1 における無障害時のパスの設定例を示す図である。図 2 6 において、Primary Node であるノード D には、C W 方向トラフィックとして T S が H S 側から、T P が L S 側から導入されているが、このうち L S 側からのトラフィック T P をノード D は選択している。以下の模式図では、ノードを示す四角の中に描かれたスイッチ (符号付さず) の切り替えを描くことによりトラフィックの選択状態を示すようにする。このスイッチの切り替えは、例えば T S A 2 - 0 (2 - 1) の接続設定により実現される。なお図 2 6 では、トラフィック T T = R P = R S, T P = R T である。また Primary Node であるノード D の形態は Drop & Continue with Add である。

【 0 0 9 6 】

図 2 6 の状態から区間 A D にリング障害 (現用系伝送路 S L および予備系伝送路 P L に両方向の障害が生じた状態) が発生すると、パスの状態は図 2 7 のようになる。すなわち、図 2 6 では Secondary Node であったノード C は図 2 7 では Protection Primary Node となり、ノード D から C C W 方向の Protection Fiber を介して与えられるトラフィック T P を選択し、この T P を Protection Fiber を介して次ノード (ノード B) にコンティニューする。図 2 7 では、トラフィック T P = R T, T T = R S = R P であり、図 2 6 と同じトラフィックの送受信状態が

再現されている。このようにしてサービスパスがレストレーションされる。

【0097】

一方、図26の状態から区間CDにリング障害が発生すると、パスの状態は図28のようになる。すなわち、図26ではTermination NodeであったノードAは図28ではProtection Primary Nodeとなり、ノードDからCW方向のWorking Fiberを介して与えられるトラフィックTPを選択し、RTとしてドロップする。またノードAは、自ノードでアッドしたトラフィックTTを2分岐し、一方をCW方向のWorking Fiberへ、他方をCW方向のProtection Fiberに送出する。このようにして $TT=RS=RP$ 、 $TP=RT$ なるトラフィック状態が再設定され、ここでも図26のサービスパスが救済される。

【0098】

図29は、Ring Network 1における無障害時の別のパスの設定例を示す図である。図29において、Primary NodeであるノードDには、CW方向トラフィックとしてTSがHS側から、TPがLS側から導入されているが、ここではHS側からのトラフィックTSをノードDは選択している。図29では、トラフィック $TT=RP=RS$ 、 $TS=RT$ である。またPrimary NodeであるノードDの形態はDrop & Continueである。

【0099】

図29の状態から区間ADにリング障害が発生すると、パスの状態は図30のようになる。すなわち、図29ではSecondary NodeであったノードCは図30ではProtection Primary Nodeとなり、自ノードのLSからのトラフィックTSを選択し、このTSをProtection Fiberを介して次ノード（ノードB）に伝送する。またノードCはDrop & Continue with Addノードとして、CW方向のProtection FiberからのトラフィックTTを自ノードで分岐終端するとともに、次ノードDにまでコンティニューする。これにより図30では $TT=RS=RP$ 、 $TS=RT$ なる状態が再現され、図29のサービスパスが救済される。

【0100】

なお、図29でノードDはDrop & Continueノードであり、現時点での勧告G.841ではこの種のノードに係わるパスを救済しないことになっているが、本

実施例ではリングインターワーキングを考慮したうえで当該種ノードに係わるパスを救済するようにしている。この点については既に述べた。

【0101】

一方、図29の状態から区間CDにリング障害が発生すると、パスの状態は図31のようになる。すなわち、図29ではTermination NodeであったノードAは図31ではProtection Primary Nodeとなり、ノードCからノードBを経由して与えられるCCW方向のWorking Fiberを介して与えられるトラフィックTSを選択し、RTとしてドロップする。またノードAは、自ノードでアッドしたトラフィックTTを2分岐し、一方をCCW方向のWorking Fiberへ、他方をCW方向のProtection Fiberに送出する。このようにして $TT=RS=RP$ 、 $TS=RT$ なるトラフィック状態が再設定され、図29のサービスパスが救済される。

【0102】

図32は、図26または図29のパス設定時において、ノードDに障害が発生した場合のパスの状態を示す模式図である。この状態では、ノードAとノードCとの間のProtection Fiberを介して、ノードBを経由するパスが再設定される。

【0103】

図33は、図26または図29のパス設定時において、ノードCに障害が発生した場合のパスの状態を示す模式図である。この状態では、ノードAとノードDとの間のWorking Fiberを介するパスが残存する。

【0104】

図34は、Ring Network 1とRing Network 2とをインターワーキングするパスの、無障害時における設定例を示す模式図である。この図は図6の状態に相当する。 $TT=RP=RS$ 、 $RT=TP=TS$ である。

【0105】

図35は、図34の状態から区間AD、および区間EHに障害が重複して発生した状態を示す。この状態では、Ring Network 1およびRing Network 2がそれぞれ図27の状態を実現することにより、図示するようなパスの状態が設定される。

【0106】

図36は、図34の状態から区間CD、および区間EFに障害が重複して発生した状態を示す。この状態では、Ring Network 1およびRing Network 2がそれぞれ図28の状態を実現することにより、図示するようなパスの状態が設定される。

【0107】

図37は、Ring Network 1とRing Network 2とをインターワーキングするパスの、無障害時における別の設定例を示す模式図である。この図は図7の状態に相当する。 $TT=RP=RS$ 、 $RT=TP=TS$ である。

【0108】

図38は、図34の状態から区間ADに障害が発生した状態を示す図である。この状態では、Ring Network 1およびRing Network 2がそれぞれ図28の状態を実現することにより、図示するようなパスの状態が設定される。この状態では、まずRing Network 1が図30の状態を実現する。

【0109】

一方Ring Network 2においては、Primary NodeとしてのノードFが、HS側から取得していたTTをLS側から取るように切り替える。これにより図38に示す状態が実現され、サービストラフィックが救済される。

【0110】

次に、図39～図43のフローチャートを参照して本実施例の各ノード装置A～Hにおける動作を説明する。図39および図40は、本実施例のノード装置における切替動作を示す第1のフローチャートである。

【0111】

図39のステップS1で、例えばセクション警報(MS-AIS: Multiplex Section Alarm Indication Signal)や外部コマンドなどRing APSに係わる切替要因を検出したノード装置は、ステップS2でRing APSを起動する。次のステップS3で、ノード装置は記憶部6に記憶されたRing MAPを参照し、ステップS4で、ネットワーク内の全パスのうちRing Interworkingに係わるパスがいずれであるかを確認したうえで、ステップS5で予備系伝送路PLに設定されたP/Tパス(パートタイムパス)をドロップ(切断)する。

【0112】

次のステップS6でノード装置は、空きとなった予備系伝送路PLにサービスパスを迂回したのち、ステップS7で空きの現用系チャンネルにパートタイムパスを再接続（リエスタブリッシュ）する。そして、この後のステップS8で障害の発生箇所や、レストレーション状態にあるパスの識別子などの制御情報をリングインターワーキング機能に渡す。

【0113】

こののち、図40のステップS9でパス警報や外部コマンドなどのRingインターワーキング切替に係わる要因を検出したノード装置は、ステップS10でRingインターワーキング切替を起動させ、次のステップS11でRing APSが動作中であるか否かを判定する。ここでRing APSが起動していなければ、Primaryノードにおいてトラフィックの取得先の切替を行い、サービスパスをレストレーションする。一方、ステップS11でRing APSが起動していれば、Protection Primaryノードにおいてトラフィックの取得先の切替を行い、サービスパスをレストレーションする。

【0114】

図41は、従来のシステムにおけるリングインターワーキング機能の動作を示すフローチャートである。このフローチャートとの比較から分かるように、従来ではPrimary Nodeにおける切替しか考慮されていなかった。これに対して本実施例ではProtection Primaryなるステートを新たに定義し、APSが機能している状態でリングインターワーキング機能によるトラフィックルートの切替を行う場合には、Protection Primary Nodeにてサービスパスのレストレーションを行うようにした。このようにすることで、Ring APS機能とリングインターワーキング機能との協調動作を実現することができ、トラフィックのミスコネクトなどを避けることが可能になる。

【0115】

図42は、本実施例における動作の別の例を示すフローチャートである。ステップS17～S19までは図39と同様である。しかしこのフローチャートでは、ステップS19でリングマップを参照したノード装置は、ステップS20でい

ずれのパスがRing Interworkingされているかを確認し、ステップS 2 1でRing Interworking機能の動作情報を確認したうえで、ステップS 2 2以降のサービストラフィックのレストレーション処理に移行する。

【 0 1 1 6 】

図 4 3 は、従来の A P S 機能における動作を示すフローチャートである。このこのフローチャートとの比較から分かるように、従来の A P S 機能ではRing Interworking機能の状態を A P S 機能が意識することはない。これに対して本実施形態では、リングインターワーキング機能の状態を A P S 機能に意識させることで、両方の機能の協調動作を図るようにしている。

【 0 1 1 7 】

(第 2 の実施例)

次に、本発明の第 2 の実施例につき説明する。ここでは N M E 1 0 の表示部 2 5 における表示の形態や、その画面上での操作（マウスでのクリック操作など）に応じた制御機能など、特にヒューマンマシンインタフェース系に関して説明する。

【 0 1 1 8 】

以下に説明する各機能は、主として N M E 1 0 の表示制御手段 1 1 0 a により実現される。具体的には、C P U 1 1 0 により実行される制御プログラムに、例えばパッチを当てることにより以下に述べる各機能を実現することが可能になる。この制御プログラムは専用の言語で記述され、記憶部 1 0 0 などに記憶される。

【 0 1 1 9 】

図 4 4 は、N M E 1 0 の表示部 2 5 に表示される画面の一例を示す図である。この画面は“Dual Node Interconnection Control Window”と称し、図 1 のシステム構成を模式的かつグラフィカルに色分けして表示するもので、ノード間を結ぶ光ファイバ伝送路 O F を緑色の実線で、ノード C, F およびノード D, E を結ぶ低速回線を点線で示している。光ファイバ伝送路 O F または低速回線に障害が発生した場合には、障害区間に対応する線の色を変えるようにする。

【 0 1 2 0 】

またこの画面はクリック可能な機能ボタンを備える。すなわち、“Entirely”、“Update”、“Quit”、“Path Create”、“Path Modify”、“Path Delete”、“Holdoff Time”、“APS Control”である。これらのボタンをクリックすることで、様々な機能画面（ウインドウ）が表示される。

【0121】

ところで図44の画面は、光ファイバ伝送路OFに時分割多重されたタイムスロット（Timeslot）を任意に指定するためのドロップダウンリストを備える（各リングネットワークの上方）。なおTimeslotの指定は、ドロップダウンリストのほかにキーボードから入力するようにしたり、あるいはスピンボックスを用いて行うようにしたりすることもできる。

【0122】

例えばRing Network 1のタイムスロットNを指定したとき、このスロットに生成（Create）されたパスが既に存在するならば、画面の表示は図45のようになる。図45には、操作の対象とする概念としてのパス（以下Created Pathと称する）と、このCreated Pathのネットワーク内における現在の流れ（以下Current Flowと称する）とが、それぞれ黒色矢印、青色矢印として区別して表示される。

【0123】

またこのとき、Ring Network 1のタイムスロットNに対応するRing Network 2におけるタイムスロットが算出されドロップダウンリストに表示される。ここではTimeSlot Mとなっていることが分かる。このようにして、Interconnectionしている一つのPathの状態を一目で把握することが可能となる。なおInterconnectionに関する情報は、PathをCreateしたときにNME 10側で保持される。NME 10が複数存在する場合には、管理網を介して全てのNME 10間でこの情報を共有するようにする。さらに図45においては、InterconnectionしていないTimeslotでひとつのRing Networkに閉じたPathがCreateされている場合でも、これを表示できる。

【0124】

このほか図45のウインドウには、表示したパスに係わる各ノードのLSチャネルが表示される。例えばノードAではx ch、ノードDではb chと表示さ

れている。

【0125】

次に、“Entirely” ボタンをクリックすると、図46のウィンドウが表示される。このウィンドウはDual Node Interconnection Control Window (Entirely) と称するもので、ネットワーク全体に関するPath設定の状態を確認するための画面である。すなわち図45のウィンドウでは一つのタイムスロットを選択して表示したのに対し、図46では全てのタイムスロットに対するパスの状態が表示される。図46のウィンドウは、タイムスロットを縦軸として図45の表示内容を積み重ねたものということができる。

【0126】

このウィンドウでも、いずれかのRing NetworkのTimeslotを指定すると、選択したTimeslot及びInterconnectionしているもう一方のRing NetworkのTimeslot が選択されて、色分けなどの形で両者が目立つように表示される。図46ではRing Network 1においてタイムスロット3が選択されている。同時に、そのTimeslotにあるPathのLSチャンネルも追従して表示される。

【0127】

例えば、Ring Network 1にてTimeslot 3を選択するとInterconnectionされているRing Network 2のTimeslot 6のPathも含めて強調される。このようにすることでネットワーク全体のパスの全貌を一目で把握できるようになるばかりか、新たにPathをCreateしようとしたとき、どこにCreateすればよいかを一目瞭然で把握することが可能になる。

【0128】

なお、図46のウィンドウには右端に上下方向のスクロールボタンを表示する。そしてこのスクロールボタンを操作することによりRing Network 2の表示を上下に動かすことができるものである。このようにすることで、例えばRing Network 1のTimeslot 1と、Ring Network 2のTimeslot 64との間に張られたInterworking Pathのように、画面に入りきらないパスも確認できるようになる。もちろん、スクロールウィンドウを2つ表示して両方のRing Networkを上下に動かすようにしても良いし、またはRing Network 2の表示を固定してRing Network 1を動

かすようにしても良い。

【0129】

次に、“Path Create”をクリックすると、図47のPath Createウインドウが表示される。このウインドウはパス設定 (Path Create) を行う際に用いるSub Windowで、このウインドウを用いて幾つかのPath Create方法を選択できるようになっている。

【0130】

このウインドウには、各Nodeの属性及びそのNodeでのPath形状を指定することでPathをCreateする方法を実施するための“Standard” ボタンと、Pathのtraffic flowを意識しながらマウスでNodeをポイントしPathをつなげていく方法を実施するための“Pointing” ボタンと、Pathの両端点を指定し、そこにCreateしえる全てのPathルートを算出・表示し、これを選択することでPath Createする方法を実施するための“Choice” ボタンと、このウインドウから抜けて元の画面に戻るための“Quit” ボタンとを備える。なおこのウインドウでは、Ring Networkを跨ぐPathだけでなく、いずれかのRing Networkに閉じたPathでもcreateすることができる。

【0131】

図47のウインドウで“Standard”をクリックすると、画面の表示は図48のようになる。この画面では、パスの設定は次の(事例1)または(事例2)のようにして実施する事ができる。

【0132】

(事例1)

この事例では、まず図48のウインドウにてRing Network 1とRing Network 2のそれぞれにおけるAdd/Drop Nodeを例えばクリック操作により指定し、次いでPathをCreateするTimeslotを各ノードにつきドロップダウンリストで選択する。次にInterconnectionするNodeに対してPrimary Node/Secondary Nodeの指定を行い、そしてOpposite Sideのルーティングを行う際にはDiverse Routing/Uniform Routingの指定を行うことで、設定すべきパスのrouteを決定させることができる。

【 0 1 3 3 】

より具体的には、各Ring NetworkにおけるAdd/Drop Nodeを指定したのち、各ノードにおけるLS Channelをドロップダウンリストで選択する。すると、Concatenated Typeを選択するためのメニュー（例えばNode Aの下にAU-4などと表示された小窓）が表示され、さらにPath Typeを指定するためのメニュー（Add/Dropなどと表示された小窓）が表示されて、各々の項目を選択する。また例えばノードFには、Diverse Routing/Uniform Routingの指定を行うためのメニューが表示されている。

【 0 1 3 4 】

そして、複数のPathをCreateする場合には上記の手順を繰り返し、最後にウィンドウの” Update ” ボタンをクリックすることにより、各ノードに一括してパスのCreate要求を送出する。

【 0 1 3 5 】

なお、NetworkのTopologyが決まると個々のNodeにおいて選択することのできるItemが決まってくるので、選択できるもの以外は表示しないようにすると便利である。すなわち、Path createの手順を踏むに従ってTermination Nodeになり得るNode、D&C (Drop and Continue) やD&C with Addになり得るNodeが限定されていくにしたがって、選択可能なConcatenated Path やPath Typeのみを表示するようにする。

【 0 1 3 6 】

(事例 2)

この事例では選択する内容は事例 1 と同じである。ただし、本事例ではNodeの属性(Concatenated Type やPath Type、Diverse Routing/Uniform Routing、LSチャネル)の選択をSub Windowにて実施する。このSub Windowの一例を図 4 9 に示す。このウィンドウはPathをCreateすべきNodeをクリックすることで表示され、LSチャネル、Concatenation Type、Path Type、Route Type (Diverse Routing /Uniform Routing) の選択指定をまとめて行えるようになっている。

【 0 1 3 7 】

次に、図 4 7 のウィンドウで “Pointing” をクリックすると、図 5 0 に示すよ

うに主画面上にてドロップダウンリストでLS Channelの選択が可能な状態となる。そして、Timeslotをドロップダウンリストで指定したのちパスの通過するノードをマウスでクリックしてPath routeを決定し、次いで各ノードにおけるLSチャネルを指定することでPathの設定を行うことができる。

【 0 1 3 8 】

具体的には、Ring Network 1からRing Network 2へのPath(Node A→D→E→Hのルート)と、Ring 2からRing 1へのPath(Node H→E→D→Aのルート)とを順にクリックすることでパスを設定する。その際、選ぶルートをService Circuitのみとし、その結果に基づいてSecondary CircuitをNME 10で自動的に決定するようにすると手間を省けて都合が良い。さらに、矛盾するrouteを選択する要求に対してはこれを排除(Reject)するようにすると良い。

【 0 1 3 9 】

なお、Dual Node Interconnectionの部分に関するService CircuitとSecondary Circuitの決定は、例えばInterconnection Node間の伝送距離に応じてNME 10側で自動的に算出するようにしても良い。好ましくは、最短経路をService Circuitとすると良い。

【 0 1 4 0 】

次に、図47のウィンドウで“Choice”をクリックすると、図51の“Select Node”なるSub Windowが表示される。そして、このウィンドウでRing Network 1のAdd/Drop NodeとRing Network 2のAdd/Drop Nodeとを選択すると、選択した両ノード間で設定可能な全てのルートをNME 10側で算出して、これを図51の“Search for Route”ウィンドウのごとく表示する。簡便のため“Search for Route”ウィンドウにおける表示はService Circuitのみとする。パス設定を行うオペレータは“Search for Route”ウィンドウにRoute 1、Route 2、…と表示された各ルートの中から任意のルートを選択することにより、パス設定を行うことができる。なおLSチャネルの指定はルート算出の後に指定するようにする。

【 0 1 4 1 】

なお上記でも触れたが、NME 10にネットワークのConfigurationデータとして各ノード間の距離(Segment長)の情報を持たせ、算出した全てのルートの

うち最短距離でcreateできるPathをrecommend（推奨）させるようにすると良い。または、パスが通過するNodeの数が最小となるPathをrecommendするようにしても良い。

【0142】

以上の手法により、本実施例ではパスの設定を行うことが可能となる。逆に、PathをDelete（削除）する際には例えば図45の”Path Delete” ボタンをクリックし、削除すべきPathを示す画面上の矢印をマウスでクリックすることで、当該パスをDeleteできる。

【0143】

さて、以上のようにしてPathを設定したのち”Update” ボタンをクリックすると、設定の結果を各ノードに制御要求として送出するが、その際、全てのノードにおけるPathのCreate処理が完了するまでの間、Ring Interworkingにおける切替処理およびAPSによる切替処理を抑制するためのオペレーションを実施するようにする。

【0144】

Ring Interworking機能の動作抑制に関しては、例えばPathをCreateする際に、入力信号が無い、或いはCreateするタイミングのずれで、Create直後にProtection Switchが起動してしまう。これを避けるため、Path Create後にLockoutをかけるようにする。これにより、Path Create直後の不要な切替えが抑制でき、安定状態になった後にLockoutを解除し、切替え可能状態に遷移させることができる。このLockout解除のタイミングは、Path Create完了応答を伝送装置から受信した段階で自動的に行うモードと、完了応答を受信後、オペレータが解除許可を実施出来る二つのモードとを備える。他のAPS機能に対するLockoutも同様の機能をサポートするようにする。

【0145】

次に、図52、図53の表示内容につき説明する。これらの図は、HS APSによるTraffic restorationの状態と、Ring Interworkingによるtraffic restorationの状態とを同じ画面上に表示するようにしたものである。すなわち、図52、図53の画面上にてRing Network 1のAdd/Drop NodeからRing Network 2のAdd/D

rop Nodeまでのルート全体を、HS APS/Ring Interworkingのrestoration状況も踏まえて確認することができる。

【 0 1 4 6 】

特にHS APSのRestoration状態の表示に関しては、RestorationされたルートおよびOriginalのルート（ノーマル時のルート）の両方を表示するようにしている。図52では、ノードAとノードDとの間（区間AD）にSpan障害が発生し、Span切替えが起動している状態を示す。

【 0 1 4 7 】

図53では、ノードFとノードEとの間（区間EF）にRing障害が発生し、さらにInterconnection部（Service Circuit側）にも障害が発生し、これに応じてRing切替え（RingAPS）とRing Interworkingの切替えが起動している状態を示す。

【 0 1 4 8 】

いずれの図においても、OriginalルートとCurrentルート（Restorationルート）とを、線の色、太さ、線種などで区別するようにする。例えば本実施例では障害区間を黄色、Currentルート（Restorationルート）をピンク色（ハッチングした矢印）で表示している。

【 0 1 4 9 】

次に、図54につき説明する。このウインドウは“APS Control”ボタン（主画面上）をクリックすると表示されるSub Windowで、各ノードが備える個々のAPS機能に関する外部コマンドを取り扱うためのウインドウである。図54には、APS機能として“Ring APS”、“Equipment APS”、“LS APS”、“Ring Interworking”を表示し、それぞれ高速側切り替え（HS APS）、装置内冗長切り替え、低速側切り替え、リングインターワーキング機能による経路切り替えを意味する。

【 0 1 5 0 】

このウインドウでは、それぞれのボタンをクリックして操作対象とするAPS機能を選択し、各ノードに対して外部コマンドを送出する。特に注意すべきは、上記第1の実施例でも述べたようにITU-T勧告G. 841のAnnex.AタイプのHS APSが起動すると、Ring Interworkingの制御対象となるノードが例えばPri

mary NodeからProtection Secondary Nodeのようにそのノード種別が変化してしまう。このため、Ring Interworkingに関する外部コマンドは、予め制御対象になり得る全てのNodeに制御要求を転送しておくようにする。または、HS APSが動作したことをNME 10が認識した段階で、該当Nodeに外部コマンドを転送するようにする。このようにすることで、HS APSが起動している場合でもRing Interworkingに対する外部コマンドを実行することが可能になる。

【0151】

次に、図55につき説明する。図54の”Ring Interworking”をクリックすると、まず図55の”Maintenance for Interconnection”ウインドウが表示される。このウインドウにはDual Node Interconnection部分に関する障害の状態が例えば赤色矢印で表示される。ここで障害の発生区間を確認ののち、例えば赤色矢印をクリックすると図右下の”Selecting Maintenance Portion”ウインドウが表示される。このウインドウは操作対象とする区間を選択するもので、TargetとしてTributary Fiber（低次群側ファイバすなわちインターコネクション接続されたノード間を結ぶファイバ）を指定する。ここではAll Tributaryとしてノード間をInterconnectionしている全てのFiberか、あるいはEach Fiberとして個別のFiberかを選択できるようになっている。なおこの選択操作は、双方向の場合には再度繰り返すようにする。

【0152】

そして、このウインドウで対象とするファイバを選択したのち、実際の外部コマンドを選択して実行する。具体的には、Interconnection部分のFiberのメンテナンスを行う場合などで用いられる外部コマンドについて、All Tributaryをラジオボタンにて選択すれば選択した区間につき外部コマンドを一括してことが可能になる。

【0153】

すなわち、外部コマンドの対象とするFiberの決定ののち、当該箇所を使用している全てのPathを検索し、該当Nodeの該当Timeslotに外部コマンドをInvokeすることが可能になる。なおEach Tributaryを選択してFiber内の個別のPathに対して外部コマンドをかける場合には、別途Windowを用意するようにする。なお”

Select Tributary” なるドロップダウンリストは、Interconnectionしているチャンネル (Pathとしてのチャンネルではなく、Fiberを示す。) を抽出して表示するためのものである。

【0154】

なお、NME 1 0においてProtection Statusは、Ring InterworkingのOperational StateがEnable(Primary)のNodeから収拾するようにする。

【0155】

次に、図56のウインドウにつき説明する。このウインドウは“Holdoff Time” (例えば図45) をクリックすると表示されるSub Windowで、Holdoffタイムの設定に関するウインドウである。このウインドウでは、まずHoldoffタイムの設定の対象とするRing NetworkをTargetのドロップダウンリストで選択し (ここではRing Network 1)、ここで選択したRing NetworkにつきHoldoffタイム伸すうちを0から10秒のレンジで100ミリ秒ステップで設定できるようになっている。また設定した数値はRequested Valueの欄に表示されるようになっている。ここで数値を設定したのちExecをクリックすると、対象とするRing Networkの各ノードに設定内容が送出される。

以上のように本実施例によれば、ヒューマンマシンインタフェースを改善し、運用上の便宜の向上を図ることが可能となる。

【0156】

なお、本発明は上記の各実施例に限定されるものではない。

例えば上記各実施例では、SDHに則したシステムに関して説明した。しかしながら本発明の思想はSDHに限定されるものではなく、例えば米国における標準であるSONET (Synchronous Optical Network) にも適用できる。

【0157】

また、当業者が勧告G. 841あるいは勧告G. 842を実装するノード装置を実施するにあたり、現時点ではTSA (2-0, 2-1) にて電気信号の状態でのAdd/Drop処理を行うノード装置 (以下ADM (Add Drop Multiplexer) と称する) が主流である。しかしながら将来には、光信号領域でのAdd/Drop処理を行うノード装置 (以下OADM (Optical Add Drop Multiplexerと称する)) がシ

ステムの主流となることが予想される。

【0158】

ADMは「時分割多重された個々のスロットをパスとする」ものであるのに対し、OADMは「波長多重された個々の波長の光信号をパスとする」ものであり、両者は主としてこの点で相異なる。すなわちADMではPath単位でRing Interworkingしていたところ、OADMでは波長単位でRing Interworkingするなどといった違いがある。しかしながら本願発明は、この種のノード装置（OADM）に対しても適用することができる。なぜなら、本発明は「パスが時分割多重されていること」をその条件とするものではないからである。

【0159】

また上記実施例では4ファイバリングシステムへの適用例を想定したが、本願発明は2ファイバリングシステムにも適用できる。

【0160】

また、各ボタンの名称やウインドウの名称などを自由に決めて良い。

このほか、本明細書の記載内容を逸脱しない範囲で種々の変形実施を行うことができる。

【0161】

【発明の効果】

以上詳述したように第1の本発明によれば、Transoceanic方式による障害回避を実施しても誤接続を生じる虞の無いリング間接続ネットワークシステムと、そのノード装置を提供することが可能となる。

【0162】

また第2の本発明によれば、ヒューマンマシンインタフェースを改善し、運用上の便宜の向上を図った監視制御装置およびパス設定方法を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態に係わるリング間接続ネットワークシステムの構成を示すシステム図。

【図2】 図1のノード装置A～Hの構成を示す機能ブロック図。

- 【図 3】 図 1 の NME 1 0 の構成を示す機能ブロック図。
- 【図 4】 Dual Node Interconnection (Double Ring Network)を示す図。
- 【図 5】 Protection mechanism (Ring Interworking)を示す図。
- 【図 6】 Same Sideを示す図。
- 【図 7】 Opposite Sideを示す図。
- 【図 8】 Diverse Routingを示す図。
- 【図 9】 UniForm Routingを示す図。
- 【図 1 0】 Dual Node Interconnection (Triple Ring Network)を示す図
- 【図 1 1】 初期設定時(Same Side)の状態の一例を示す図。
- 【図 1 2】 Secondary NodeからProtection Primary Nodeへの変更(Same Side)を示す図。
- 【図 1 3】 初期設定時(Opposite Side)の状態の一例を示す図。
- 【図 1 4】 Secondary NodeからProtection Primary Nodeへの変更(Opposite Side)を示す図。
- 【図 1 5】 Termination NodeからProtection Primary Nodeへの変更(Same Side)を示す図。
- 【図 1 6】 Termination NodeからProtection Primary Nodeへの変更(Opposite Side)を示す図。
- 【図 1 7】 LSインタフェース障害によるRing Interworking機能の動作を示す図。
- 【図 1 8】 Ring Interworking機能動作時のRing APS切替動作を示す図。
- 【図 1 9】 複合切替での最終的なレストレーションの状態を示す図。
- 【図 2 0】 Node Fail時のレストレーションの状態を示す図。
- 【図 2 1】 パス設定時の通知を示す図。
- 【図 2 2】 Ring Interworking機能動作時の通知を示す図。
- 【図 2 3】 Ring APS機能動作時におけるRing Interworking機能からの通知の一例を示す図。
- 【図 2 4】 Ring APS機能動作時におけるRing Interworking機能からの通

知の一例を示す図。

【図 2 5】 複合動作時におけるRing Interworking機能からの通知を示す図。

【図 2 6】 Ring Network 1における無障害時のパスの設定例を示す模式図。

【図 2 7】 図 2 6 の状態から区間 A D にリング障害が発生した場合のパスの状態を示す模式図。

【図 2 8】 図 2 6 の状態から区間 C D にリング障害が発生した場合のパスの状態を示す模式図。

【図 2 9】 Ring Network 1における無障害時のパスの別の設定例を示す模式図。

【図 3 0】 図 2 9 の状態から区間 A D にリング障害が発生した場合のパスの状態を示す模式図。

【図 3 1】 図 2 6 の状態から区間 C D にリング障害が発生した場合のパスの状態を示す模式図。

【図 3 2】 図 2 6 または図 2 9 のパス設定時において、ノード D に障害が発生した場合のパスの状態を示す模式図。

【図 3 3】 図 2 6 または図 2 9 のパス設定時において、ノード C に障害が発生した場合のパスの状態を示す模式図。

【図 3 4】 Ring Network 1 と Ring Network 2 とをインターワーキングするパスの、無障害時における設定例を示す模式図。

【図 3 5】 図 3 4 の状態から区間 A D、および区間 E H に障害が重複して発生した場合のパスの状態を示す模式図。

【図 3 6】 図 3 4 の状態から区間 C D、および区間 E F に障害が重複して発生した場合のパスの状態を示す模式図。

【図 3 7】 Ring Network 1 と Ring Network 2 とをインターワーキングするパスの、無障害時における別の設定例を示す模式図。

【図 3 8】 図 3 4 の状態から区間 A D に障害が発生した状態を示す図。

【図 3 9】 本発明の実施例 1 のノード装置 A ～ H における切替動作を示す

第 1 のフローチャート。

【図 4 0】 図 3 9 のフローチャートの続きを示すフローチャート。

【図 4 1】 従来のシステムにおけるリングインターワーキング機能の動作を示すフローチャート。

【図 4 2】 本発明の第 1 の実施例における動作の別の例を示すフローチャート。

【図 4 3】 従来の A P S 機能における動作を示すフローチャート。

【図 4 4】 Dual Node Interconnection Control Windowを示す図。

【図 4 5】 Path(traffic)の状態の表示例を示す図。

【図 4 6】 ネットワーク全体に関するPath設定状態確認画面を示す図。

【図 4 7】 “Path Create” ボタンをクリックすると表示されるSub Windowを示す図。

【図 4 8】 事例 1 におけるPath Create画面を示す図。

【図 4 9】 事例 2 におけるPath Create画面を示す図。

【図 5 0】 マウスによるPointingでPathをCreateできる画面の例を示す図。

【図 5 1】 “Choice” ボタンをクリックすると表示されるSub WindowおよびRoute選択Windowを示す図。

【図 5 2】 HS APS起動状態の表示例を示す図。

【図 5 3】 HS APS起動状態の表示例を示す図。

【図 5 4】 APS Control Windowを示す図。

【図 5 5】 Interconnection部のMaintenance Windowを示す図。

【図 5 6】 Holfoff Timer設定のためのWindowを示す図。

【符号の説明】

A～H…ノード装置 (N o d e)

O F…光ファイバ伝送路

S L…現用系伝送路

P L…予備系伝送路

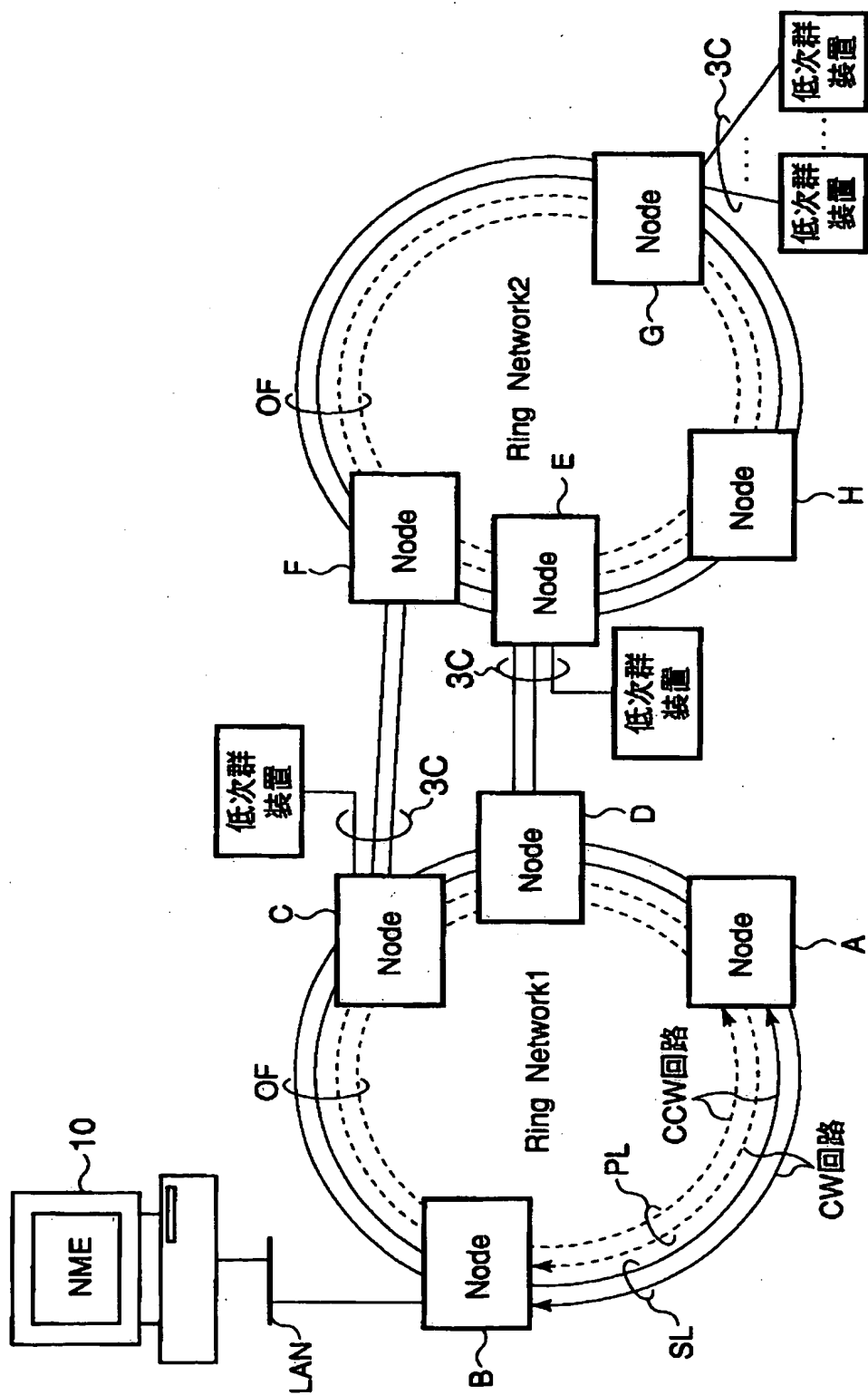
3 c…低速回線

- 1 0 …監視制御装置 (NME)
- 1 - 0 …現用系高速インタフェース部 (HS I / F)
- 1 - 1 …予備系高速インタフェース部
- 2 - 0, 2 - 1 …タイムスロット交換部 (TSA)
- 3 - 1 ~ 3 - k …低速インタフェース部 (LS I / F)
- 4 H, 4 T, 4 L …サブコントローラ
- 5 …主制御部
- 5 a …切替制御手段
- 6 …記憶部
- 7 …管理網インタフェース (I / F)
- 2 1 …操作部
- 2 5 …表示部
- 2 6 …プリントアウト部
- 8 0 …入出力部
- 9 0 …インタフェース (I / F) 部
- 1 0 0 …記憶部
- 1 1 0 …制御部

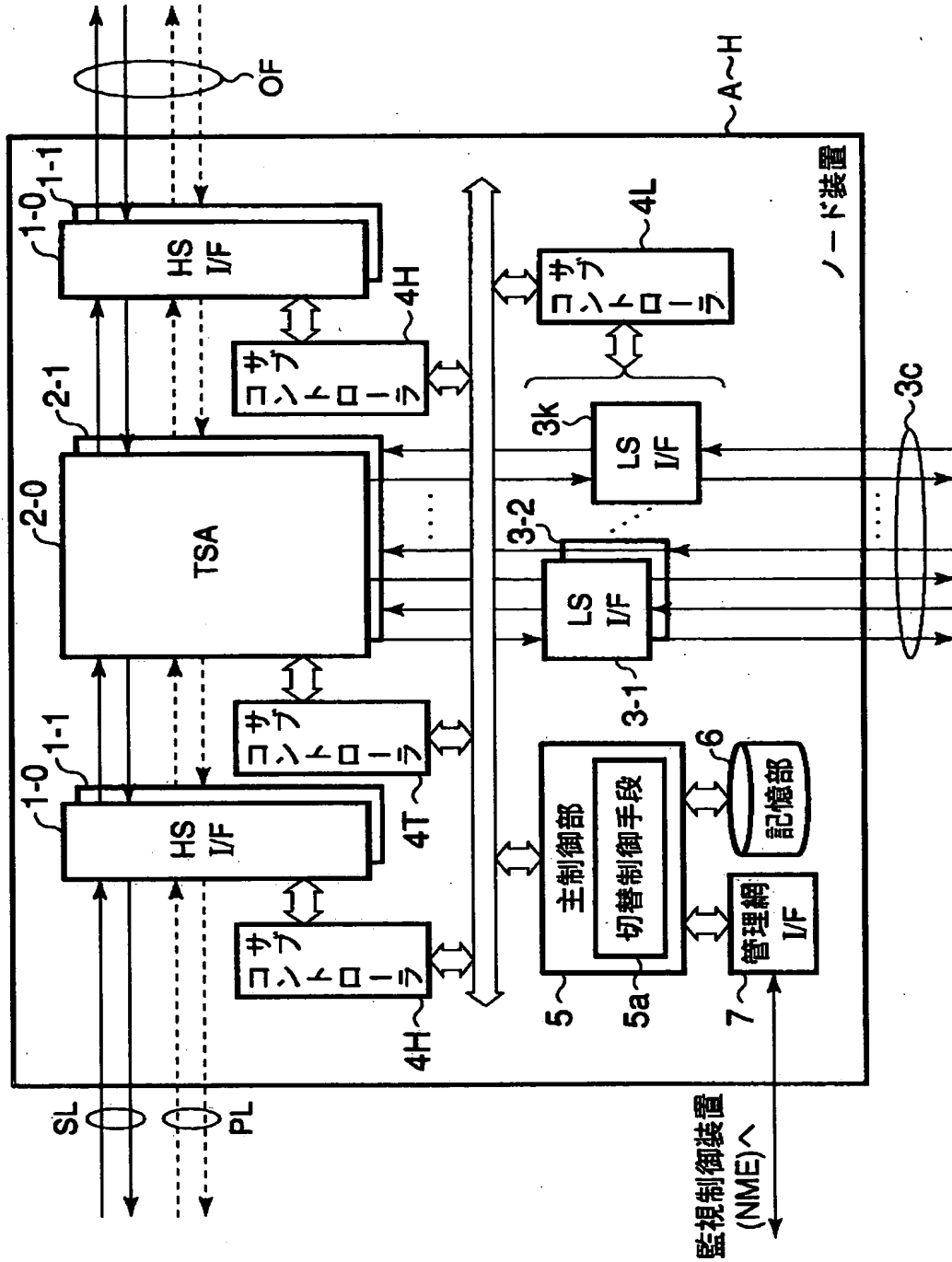
【書類名】

図面

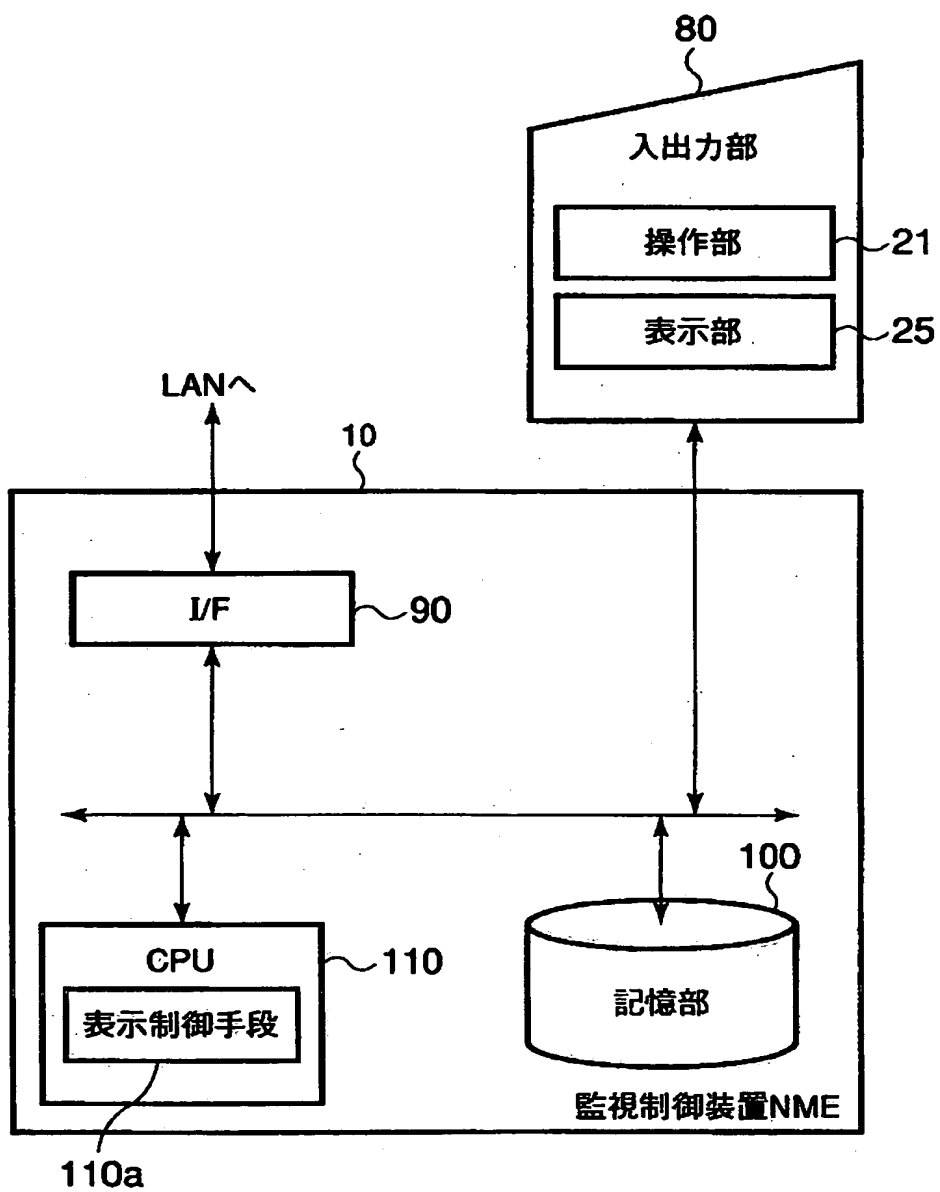
【図 1】



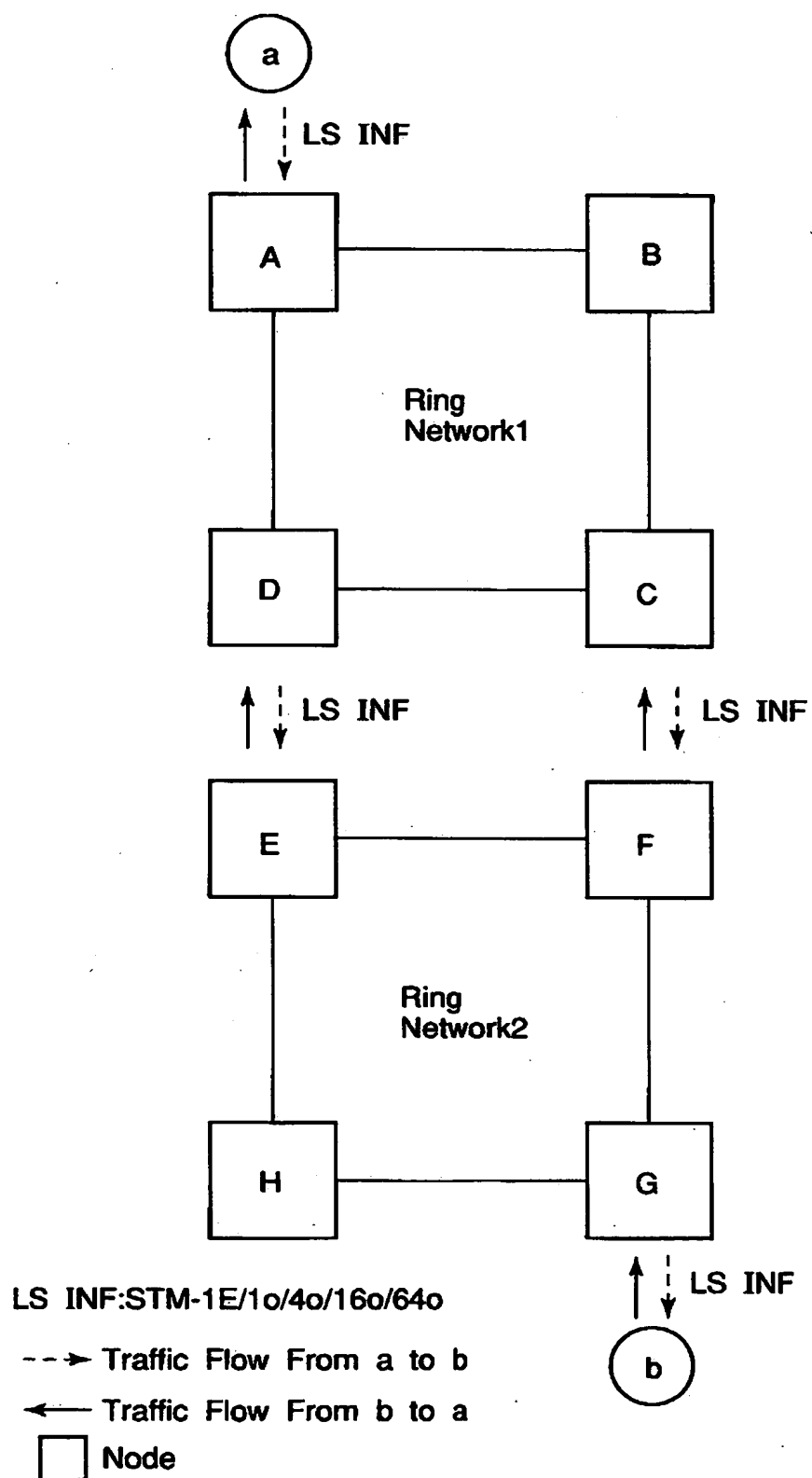
【図2】



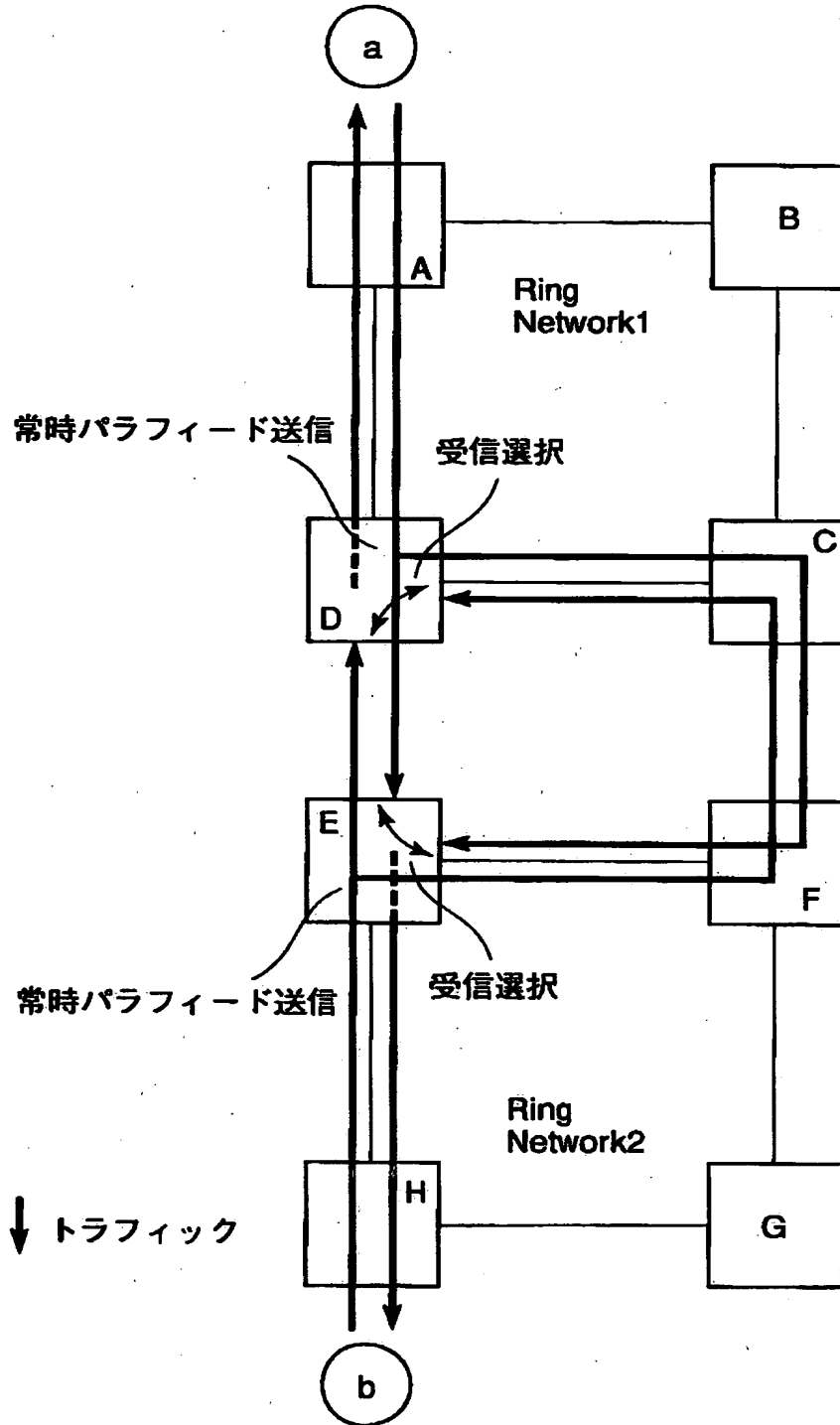
【図3】



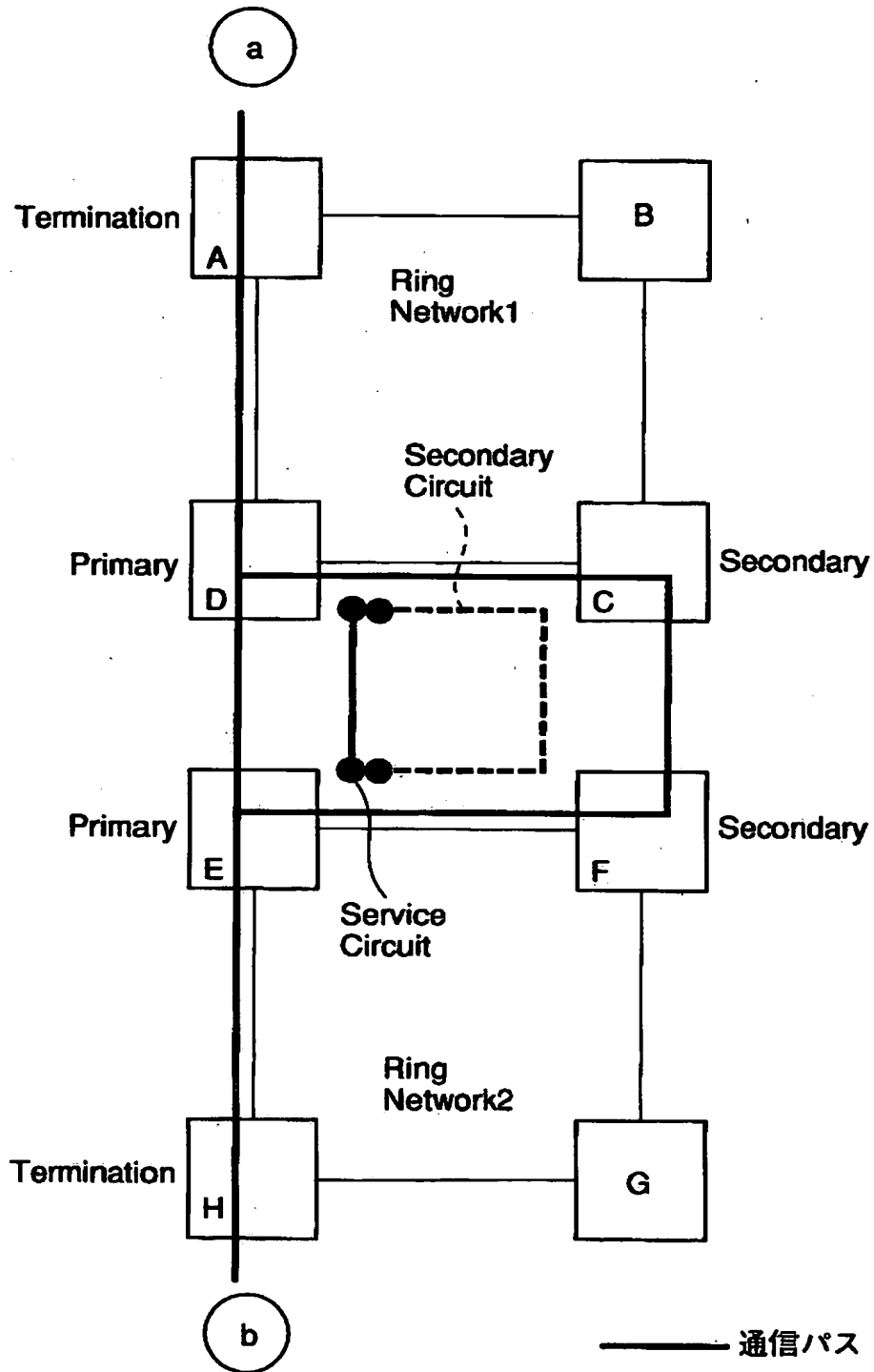
【図4】



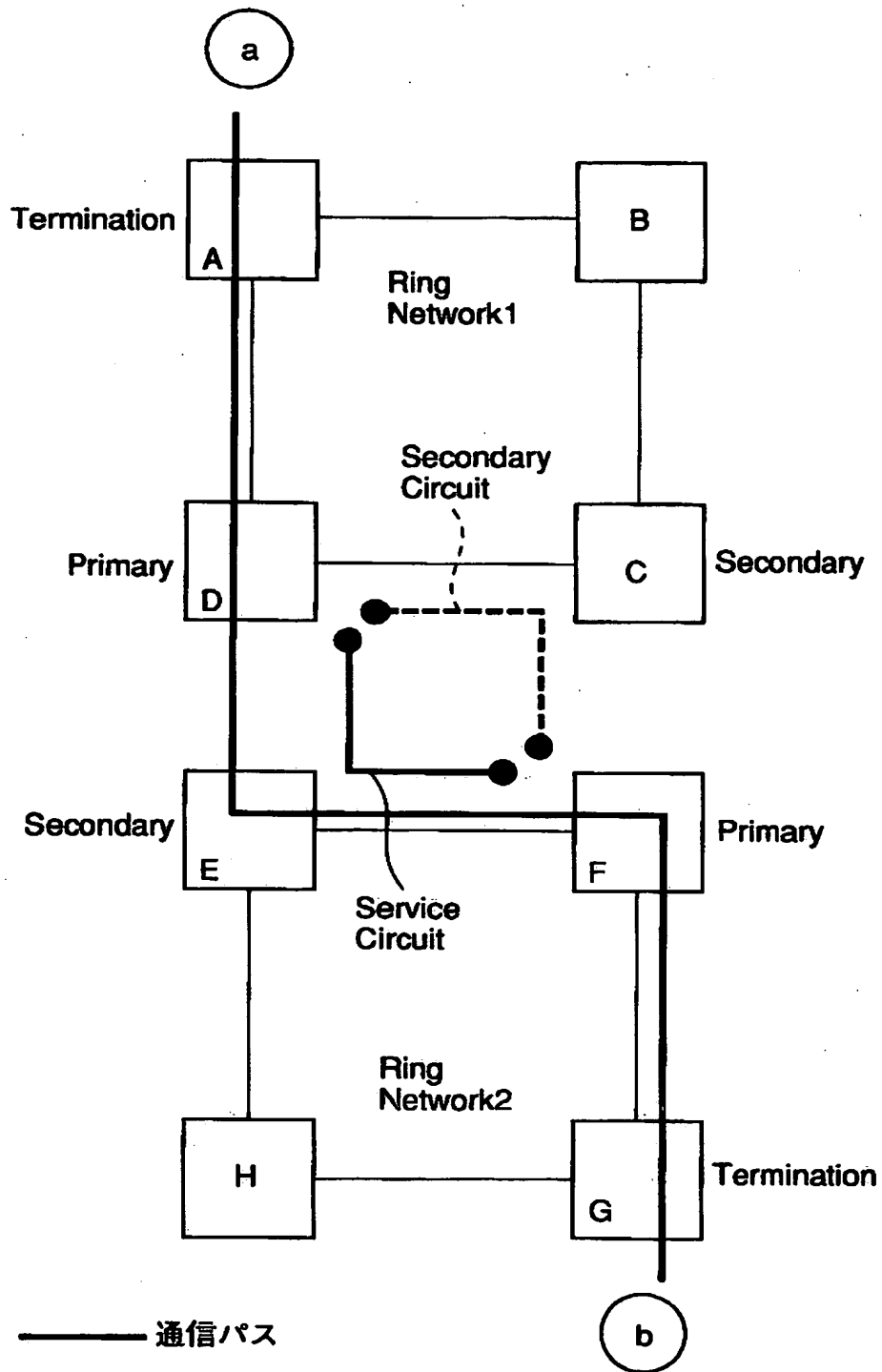
【図 5】



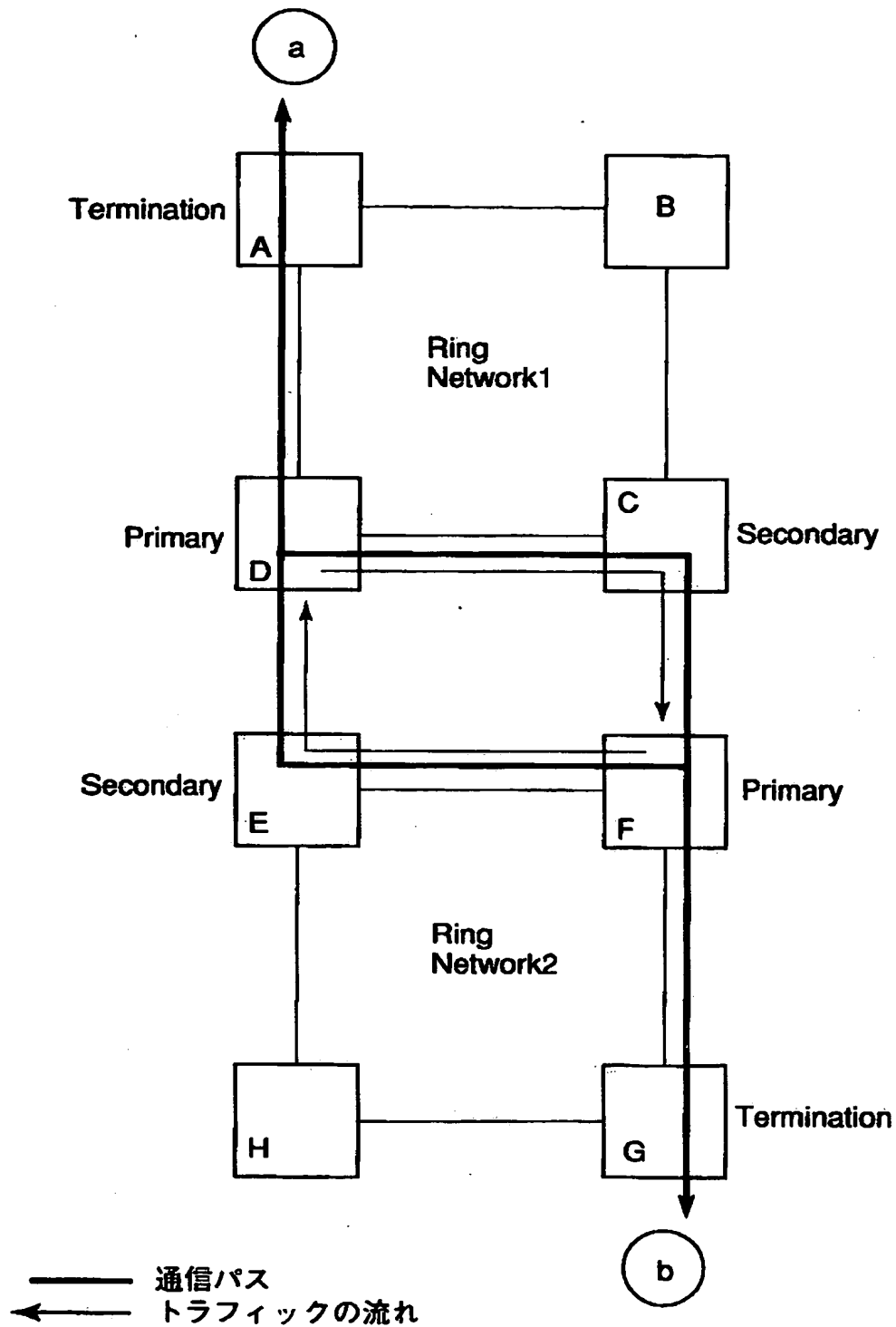
【図6】



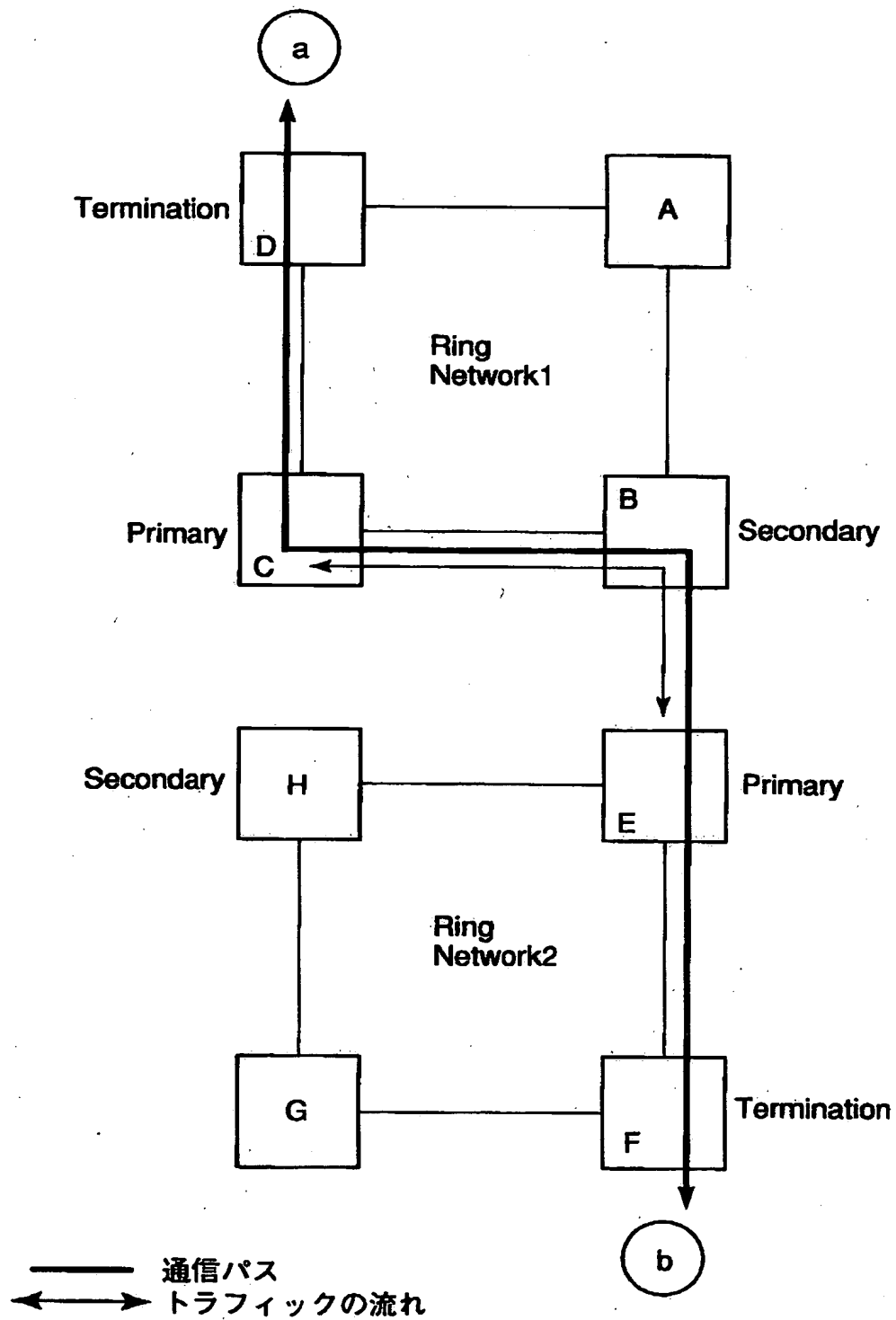
【図 7】



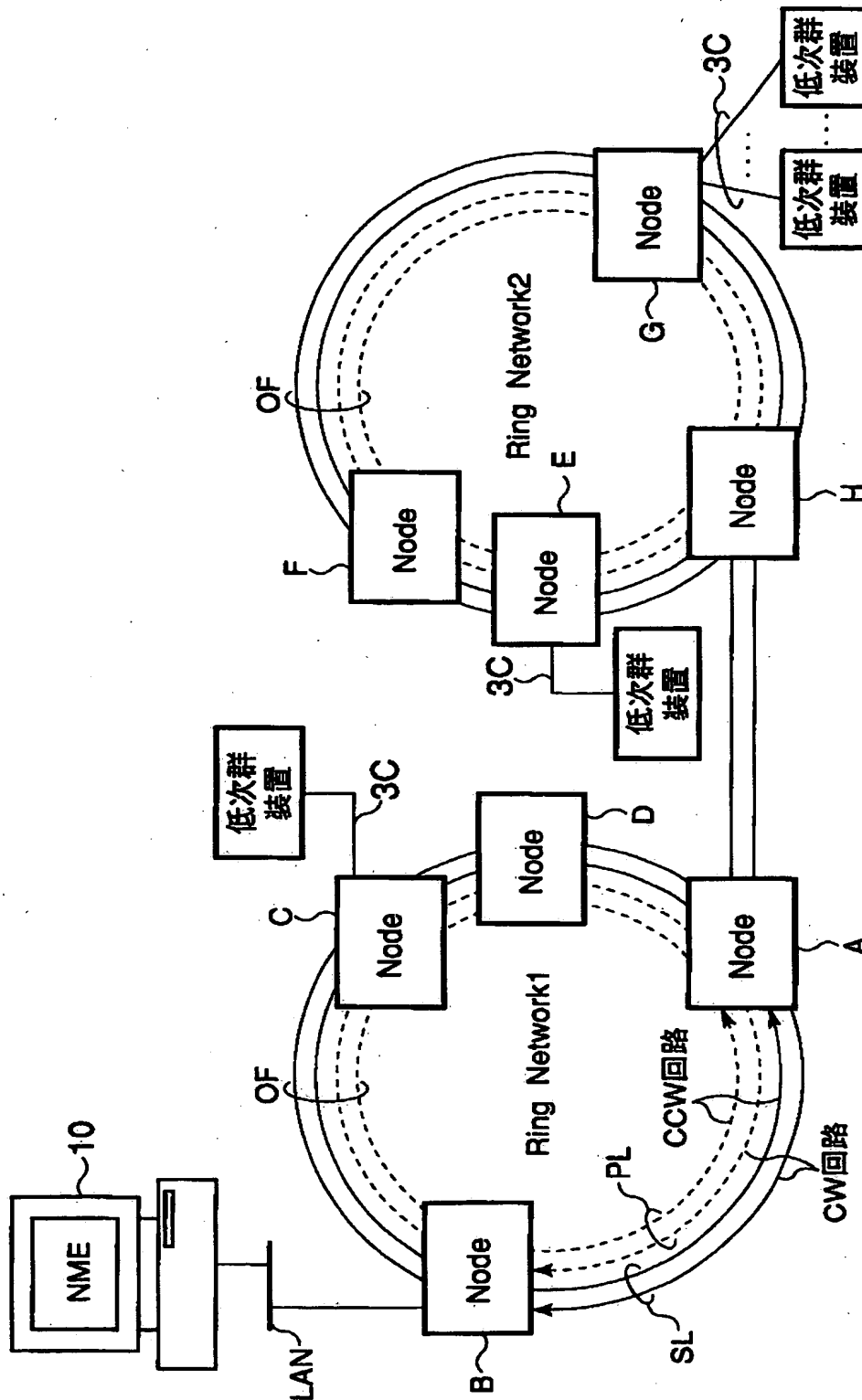
【図 8】



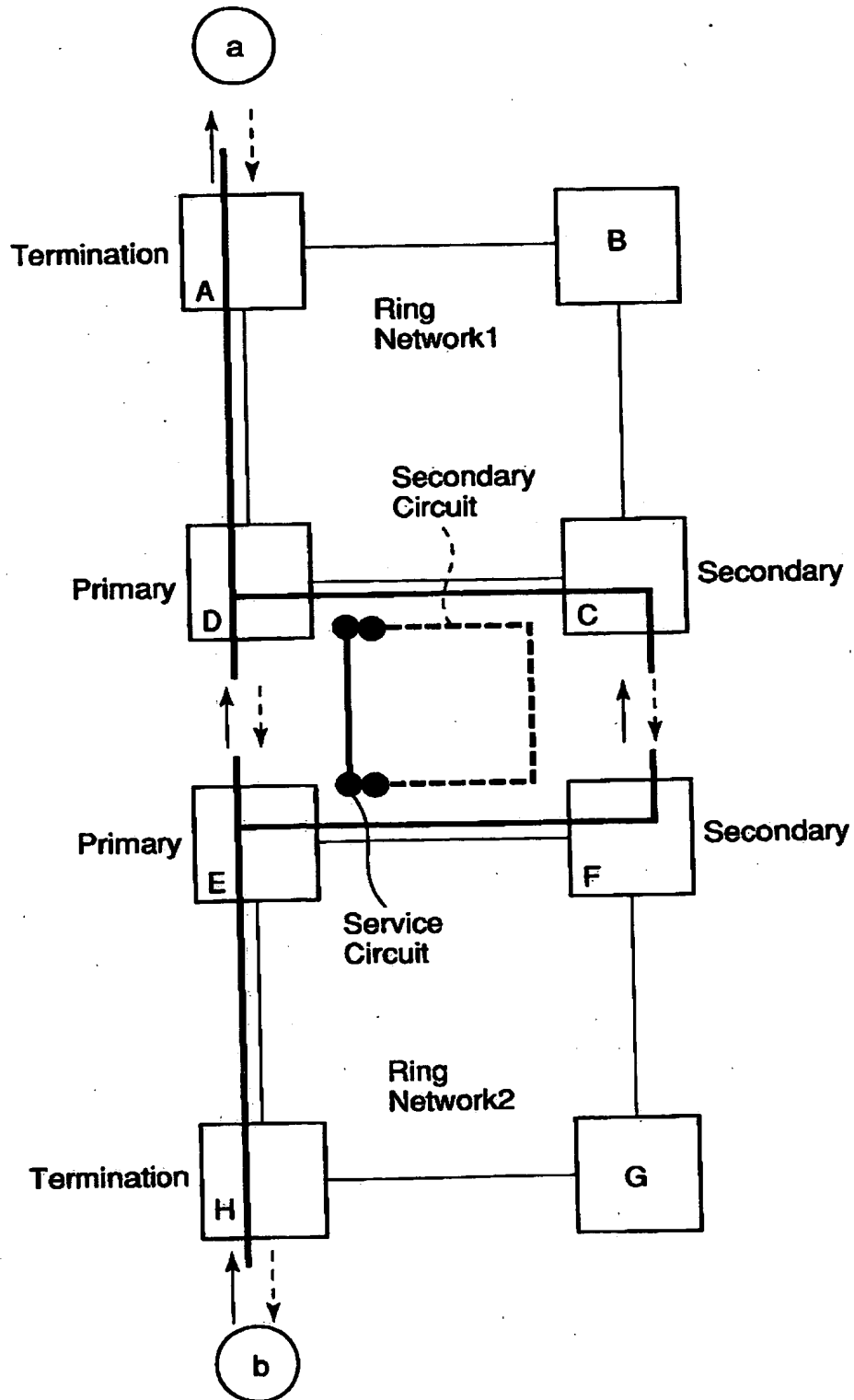
【図9】



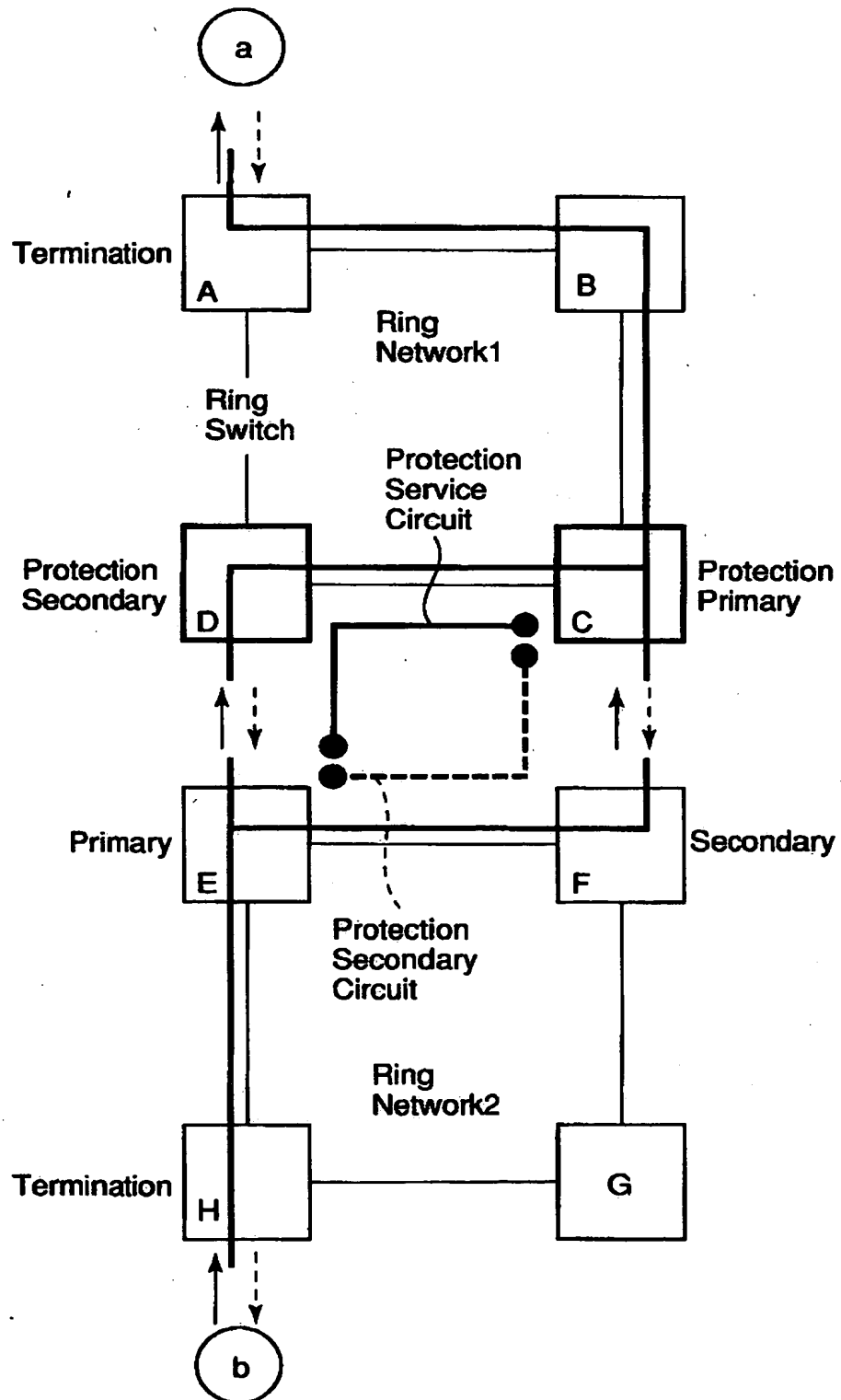
【図 10】



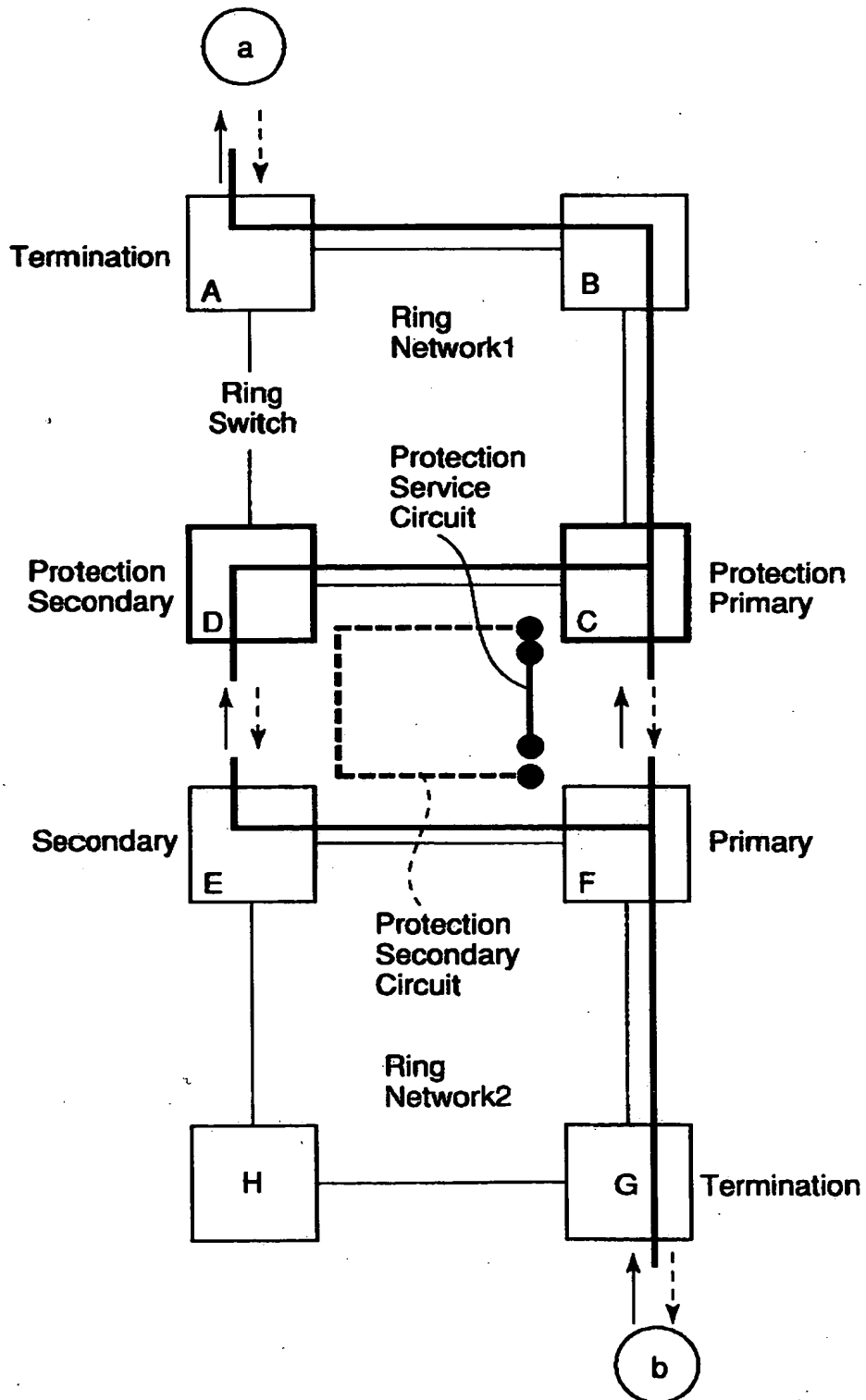
【図 11】



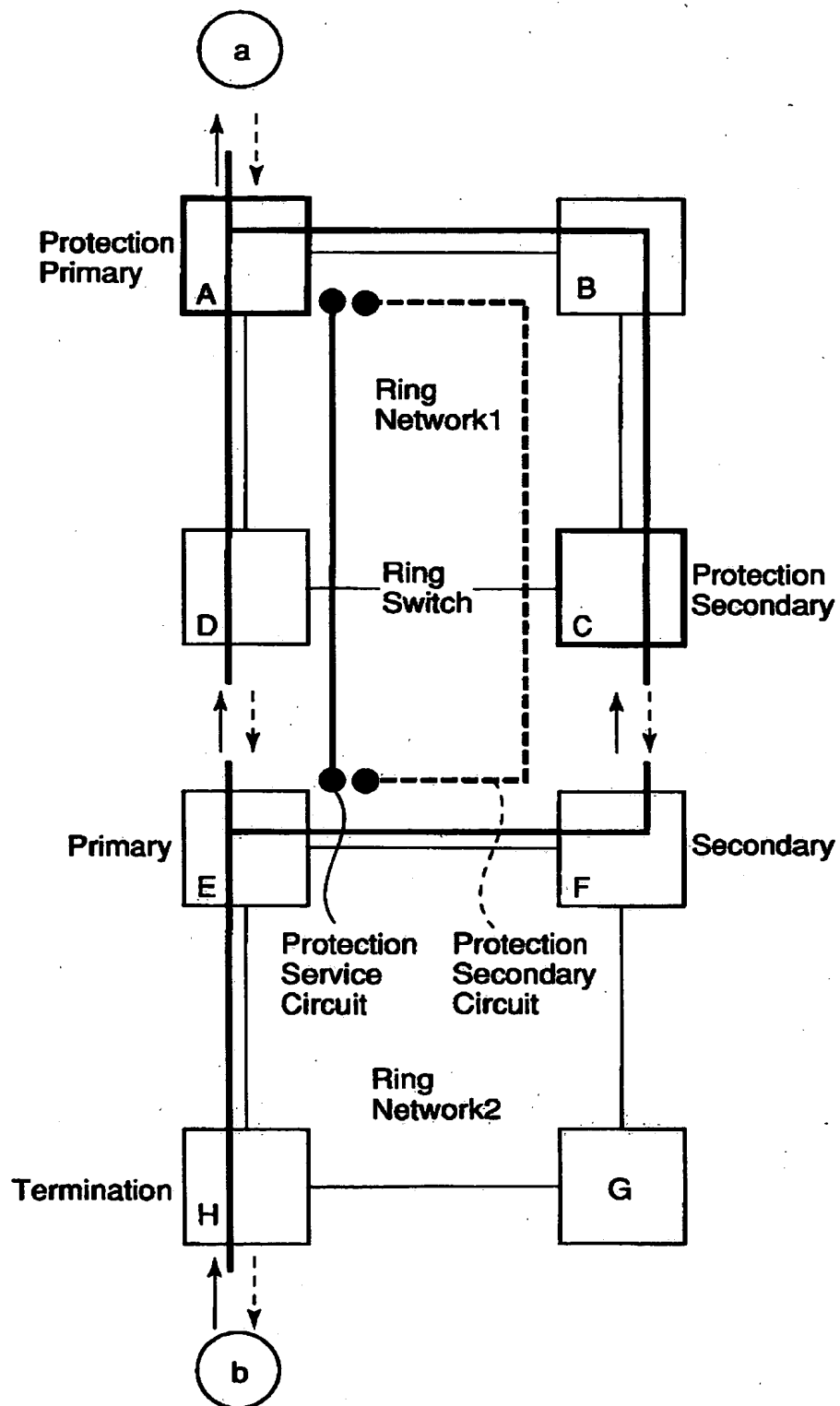
【図 12】



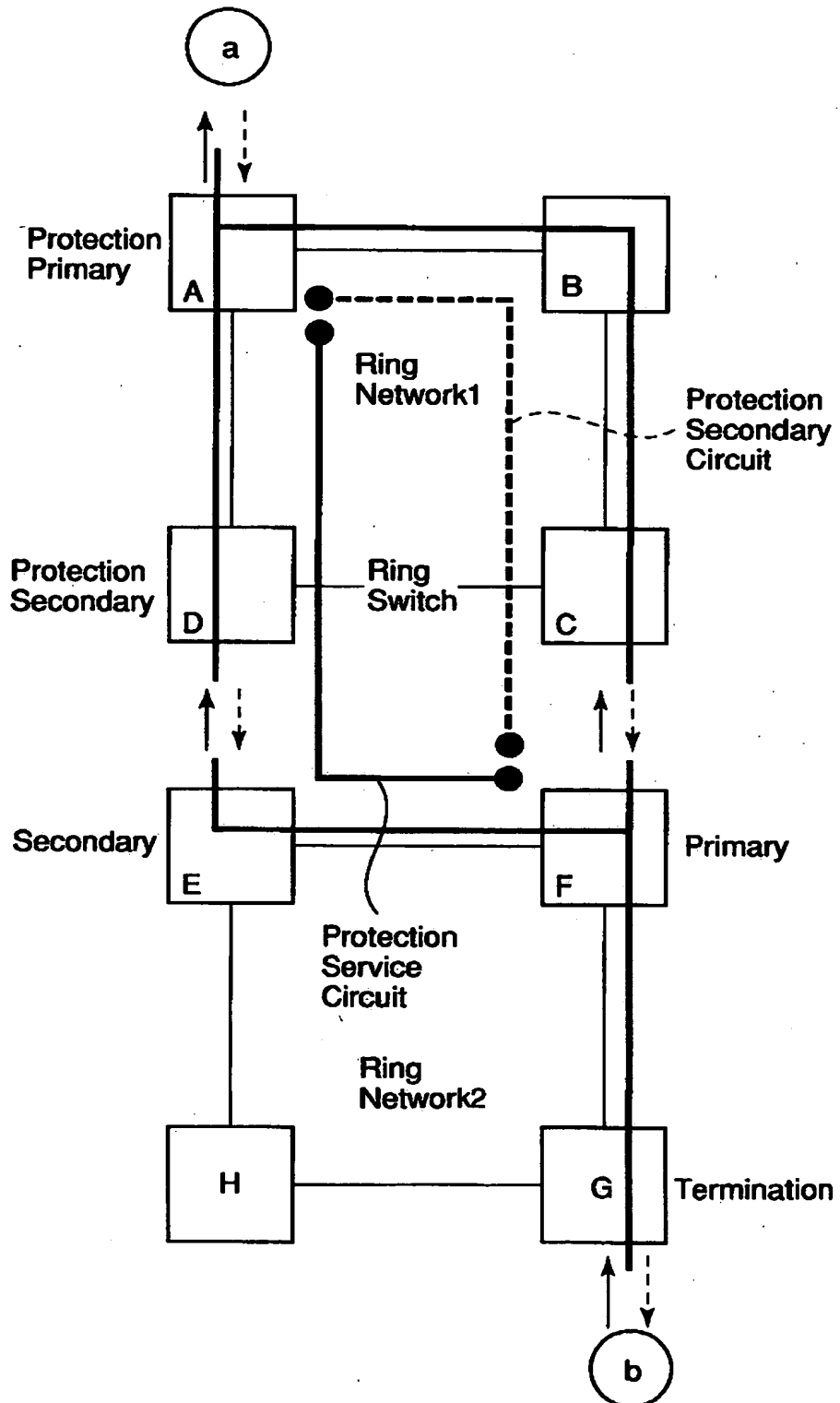
【図14】



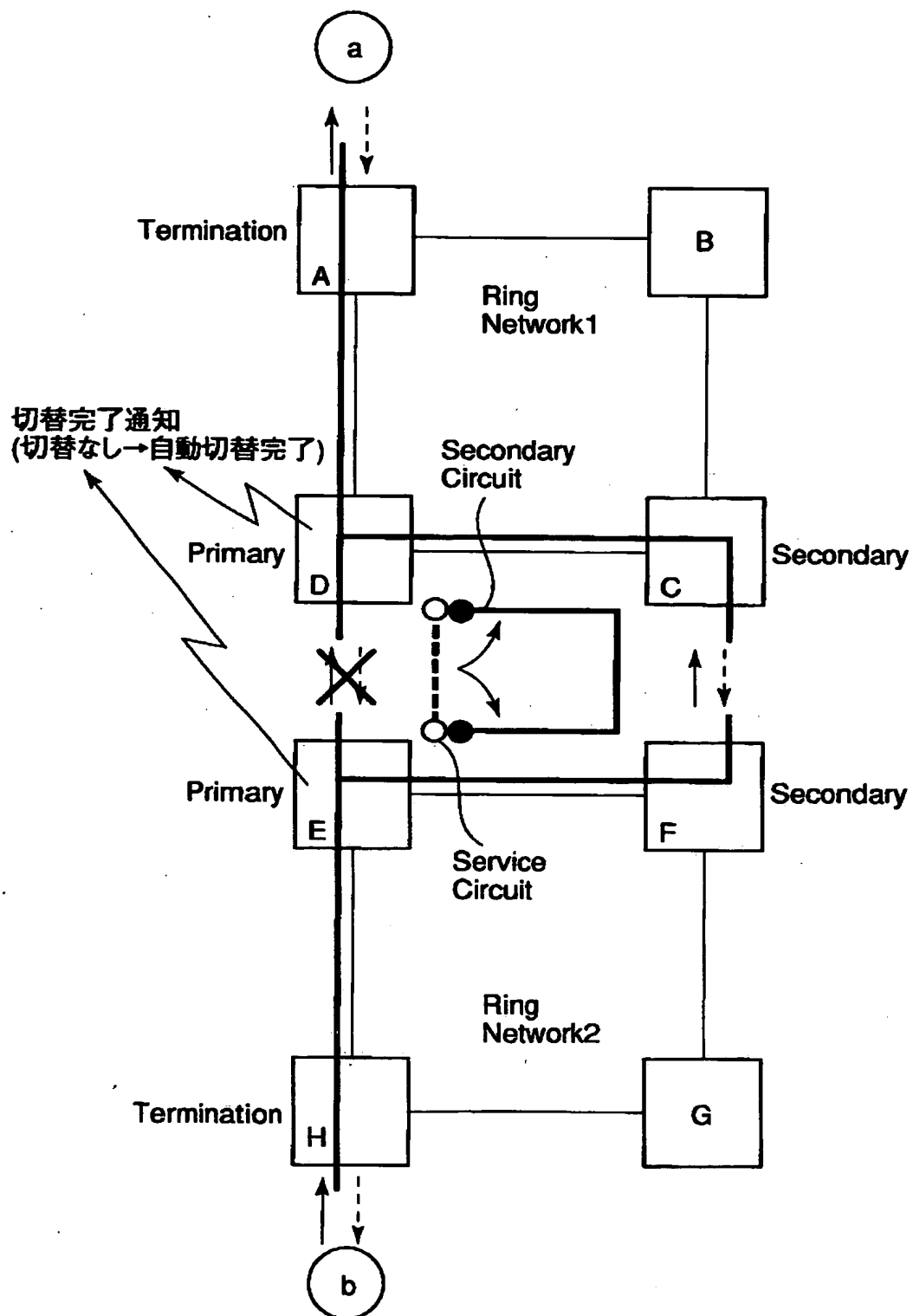
【図15】



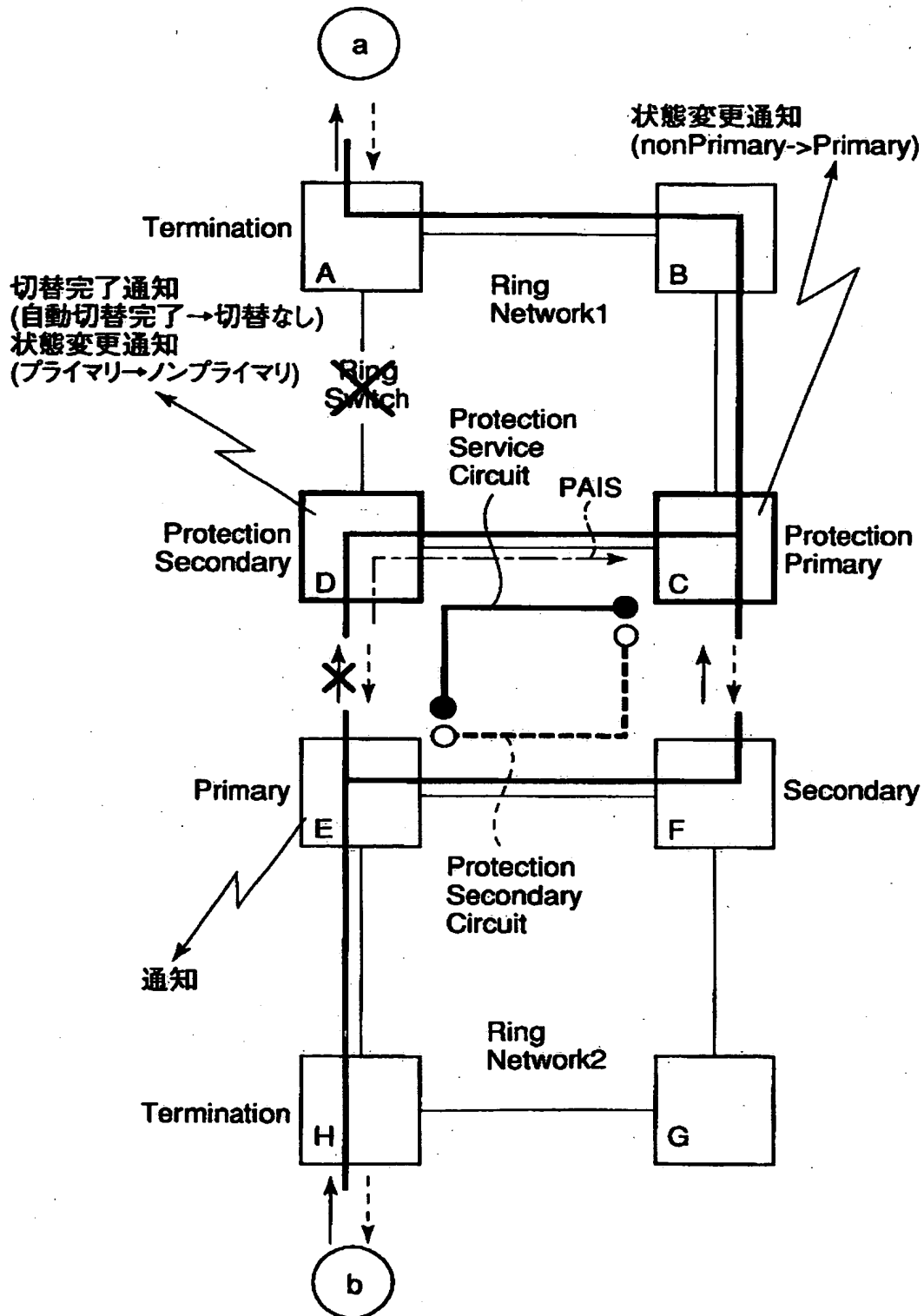
【図 16】



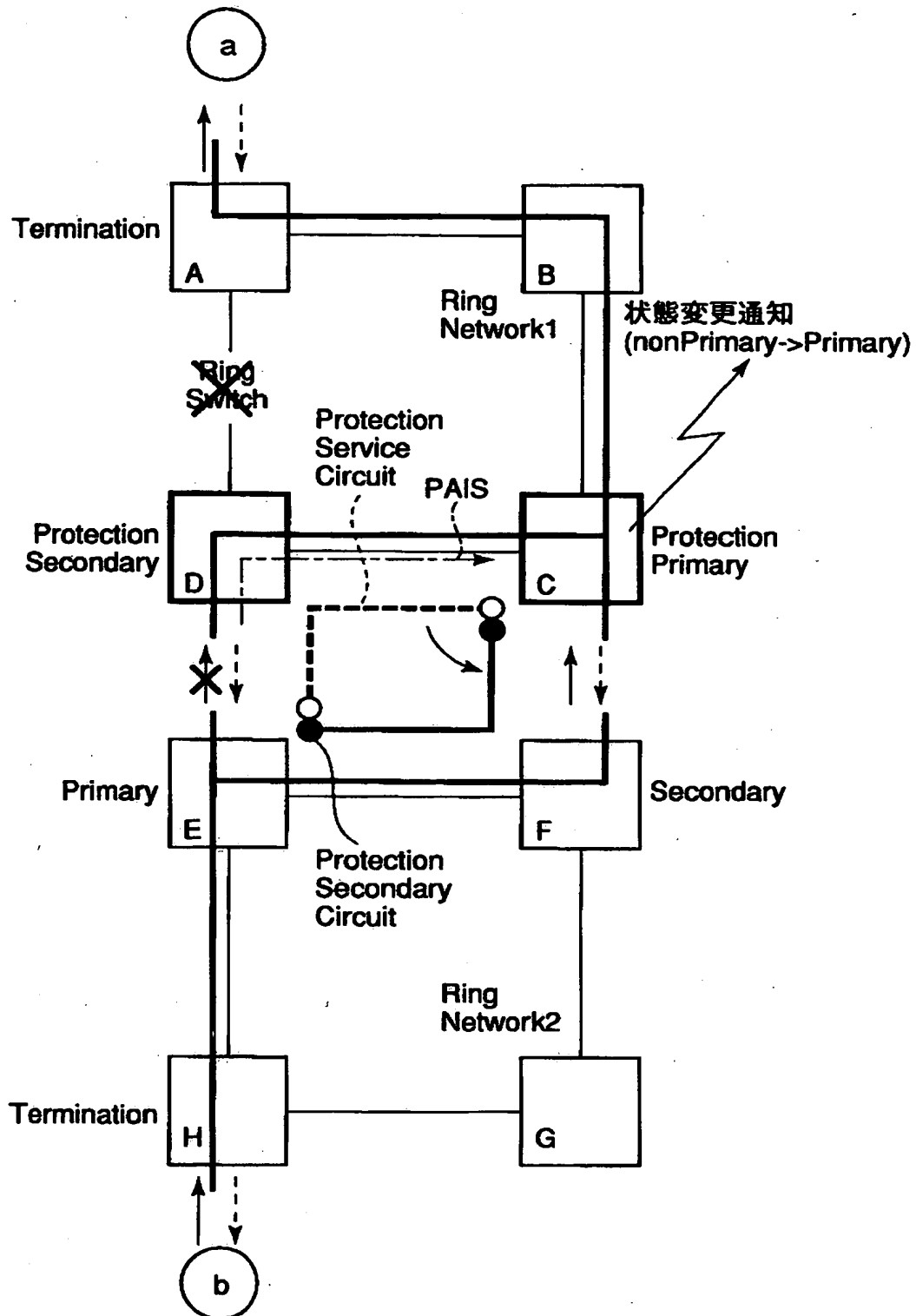
【図 1 7】



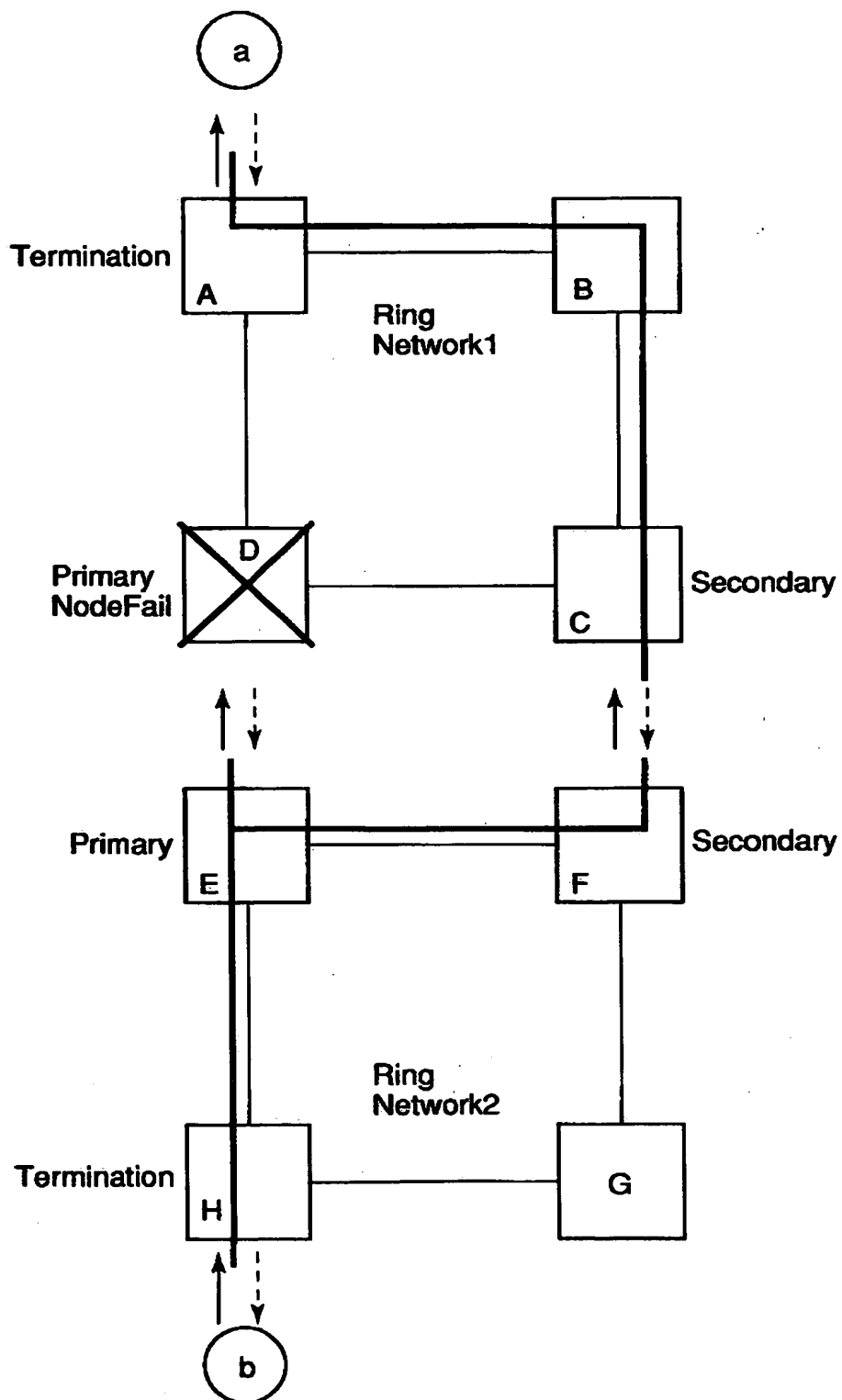
【図18】



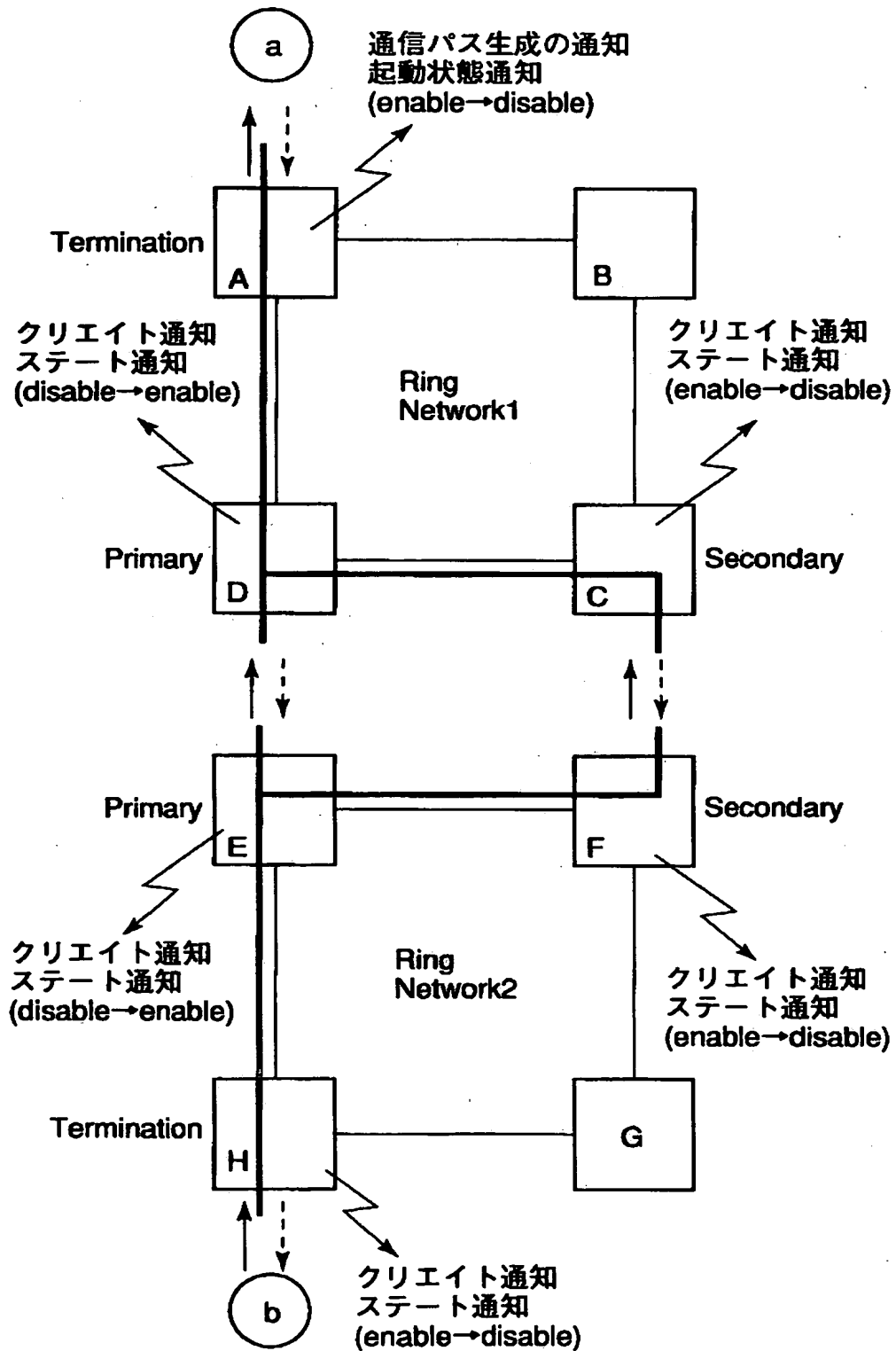
【図 1 9】



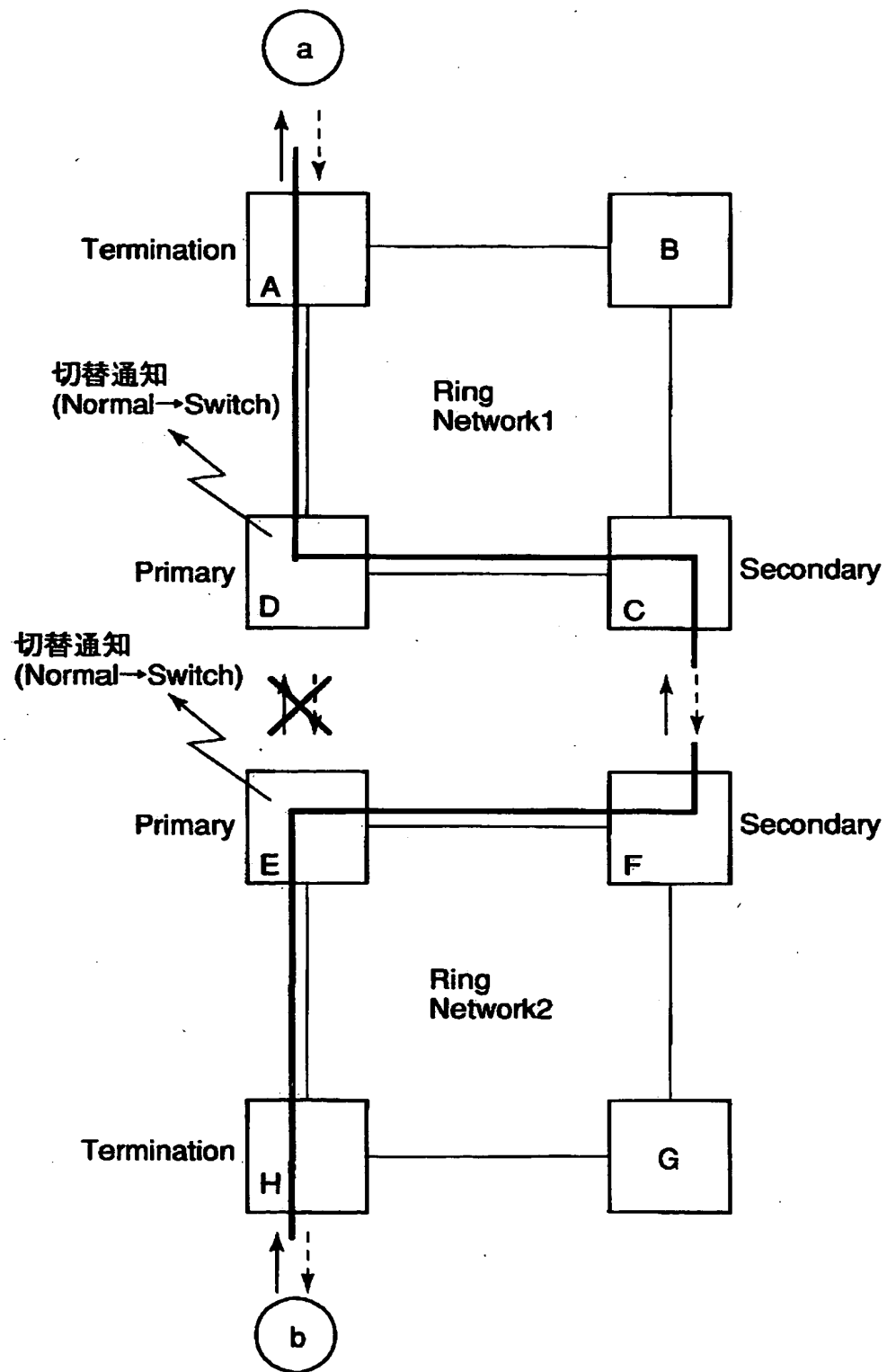
【図 2 0】



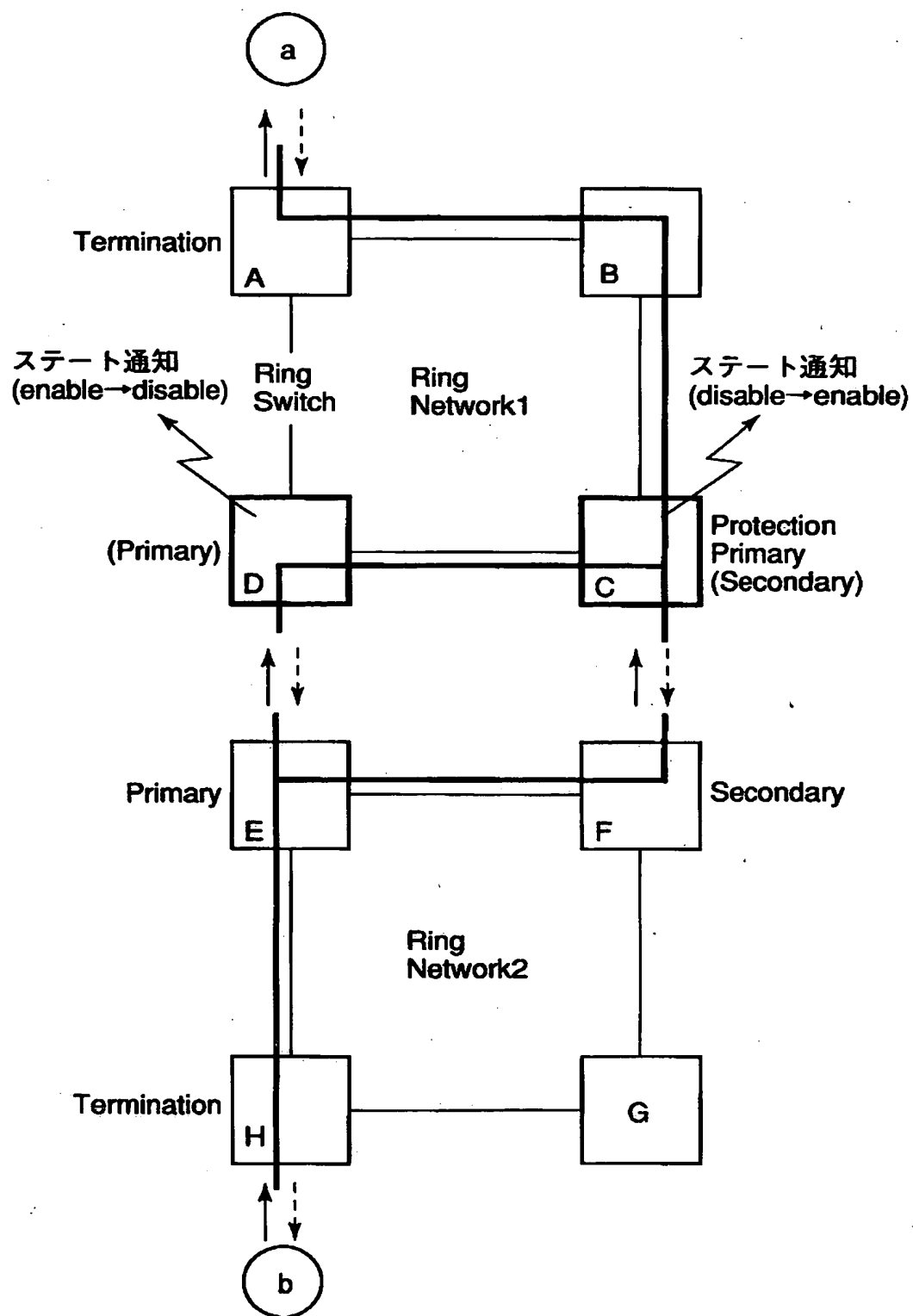
【図 21】



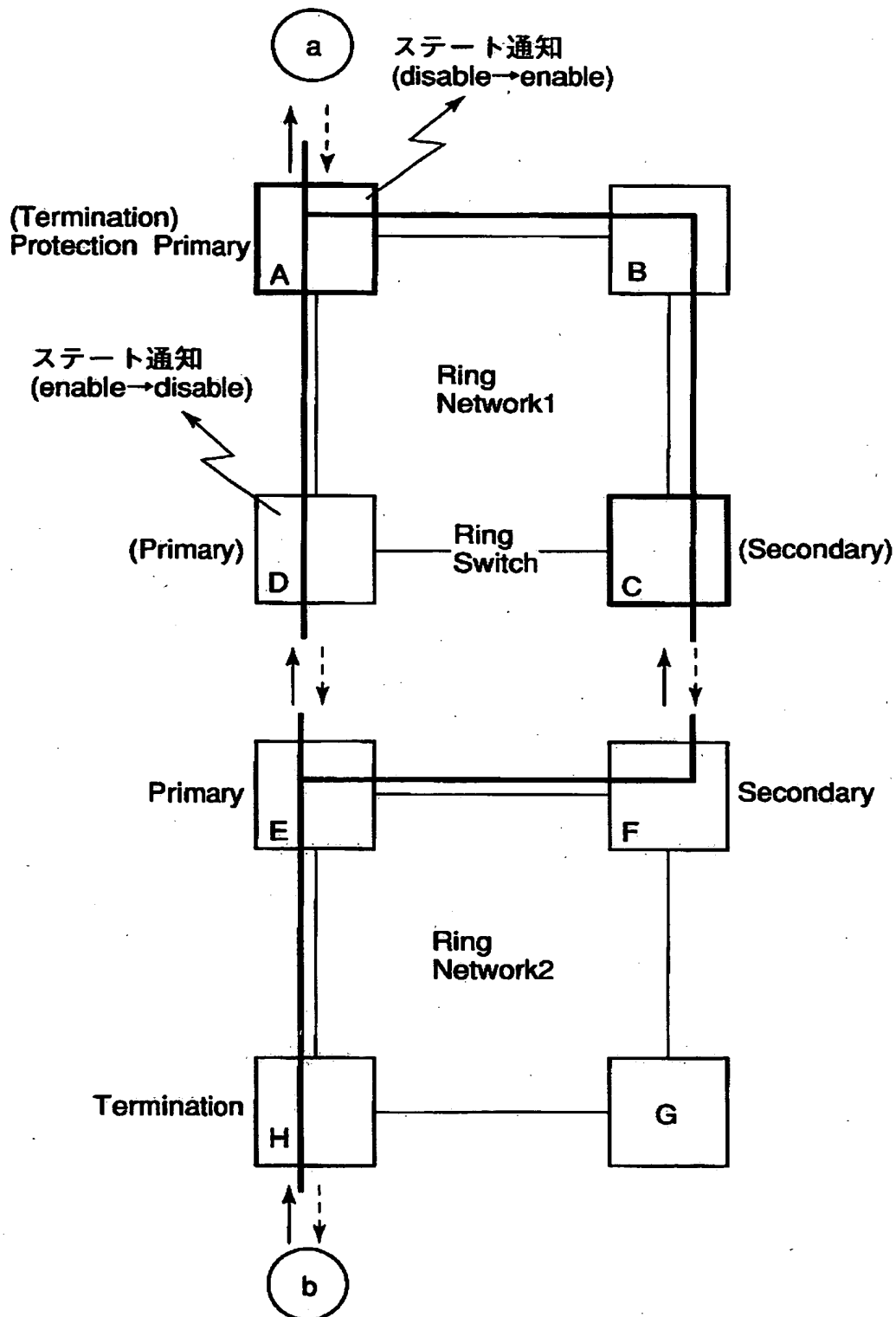
【図 2 2】



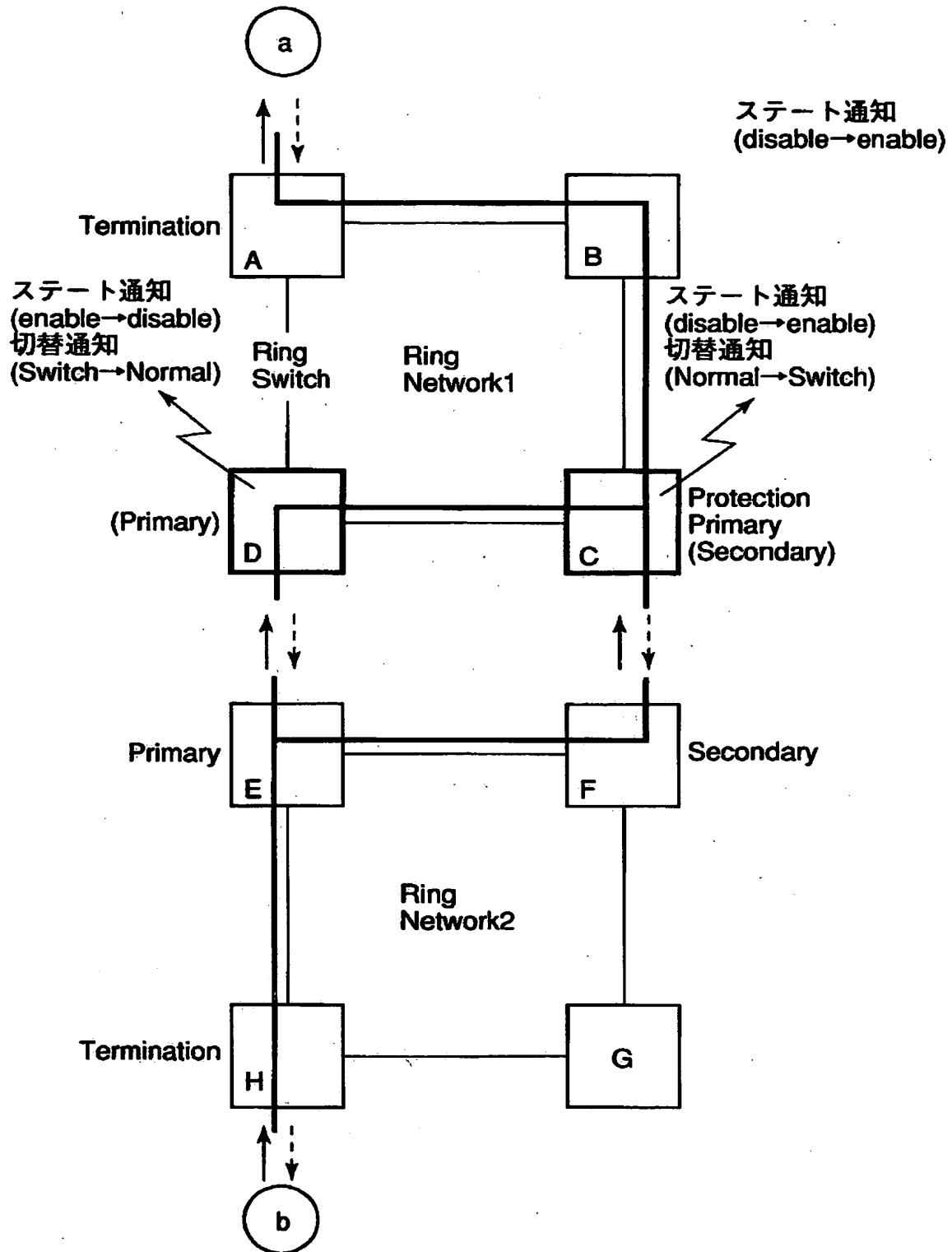
【図 23】



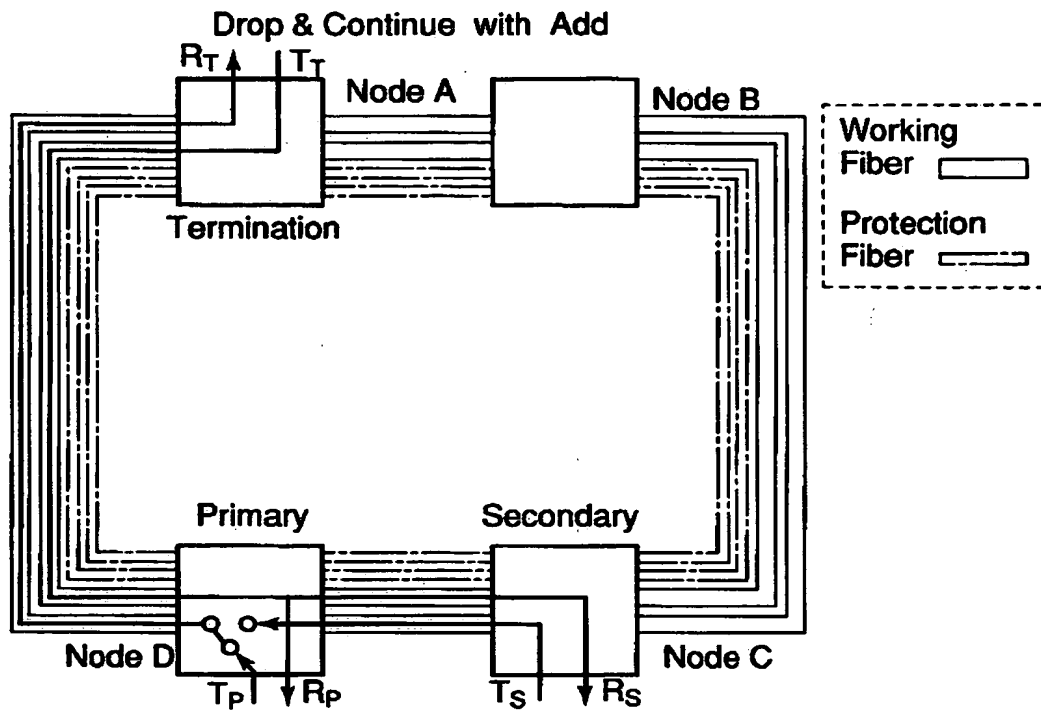
【図 24】



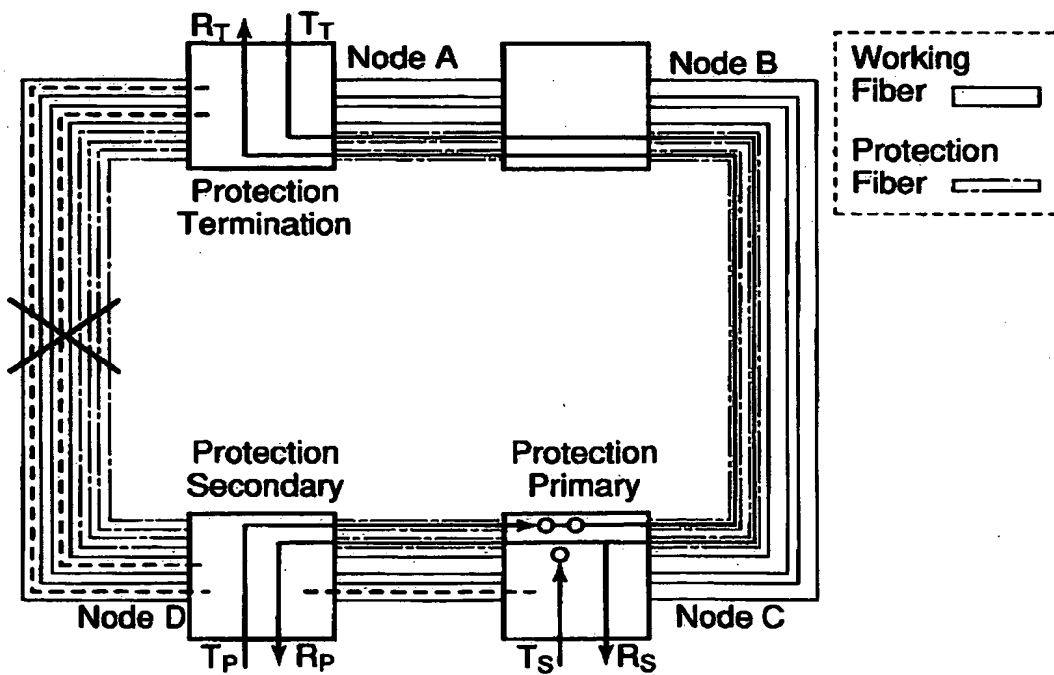
【図 2 5】



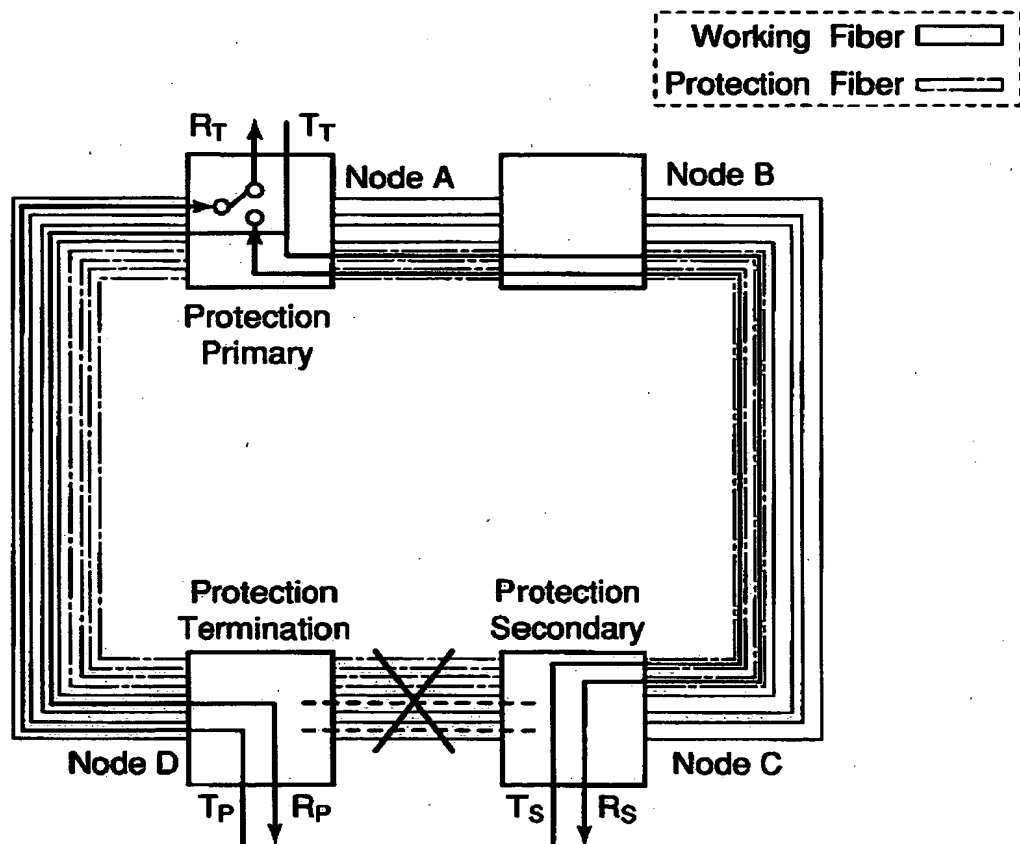
【図 26】



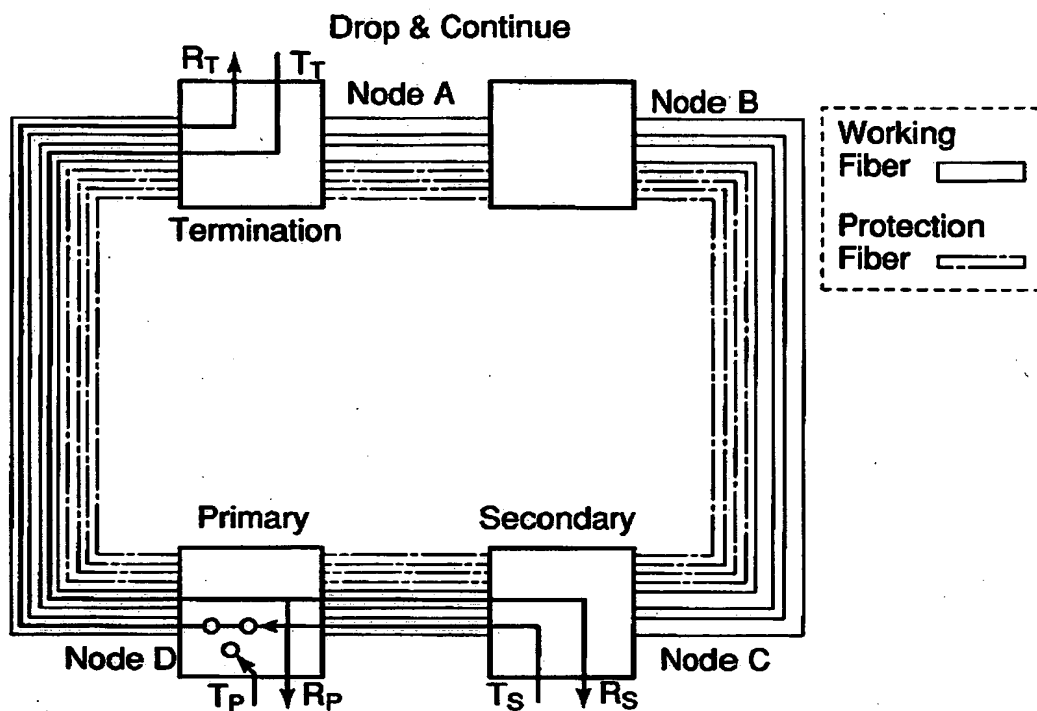
【図 27】



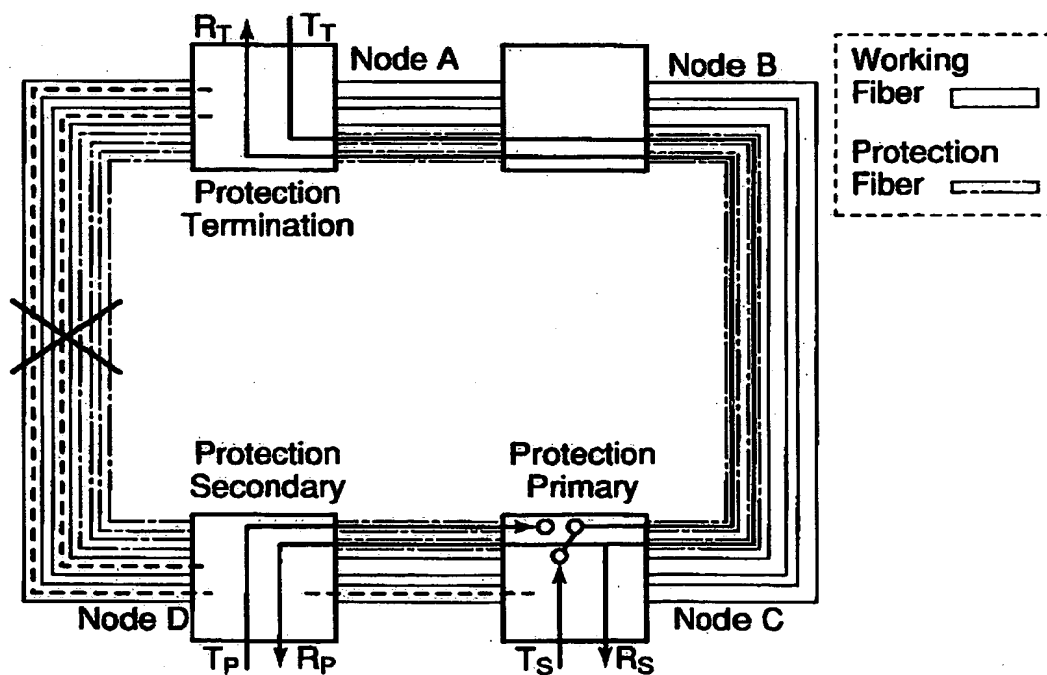
【図 28】



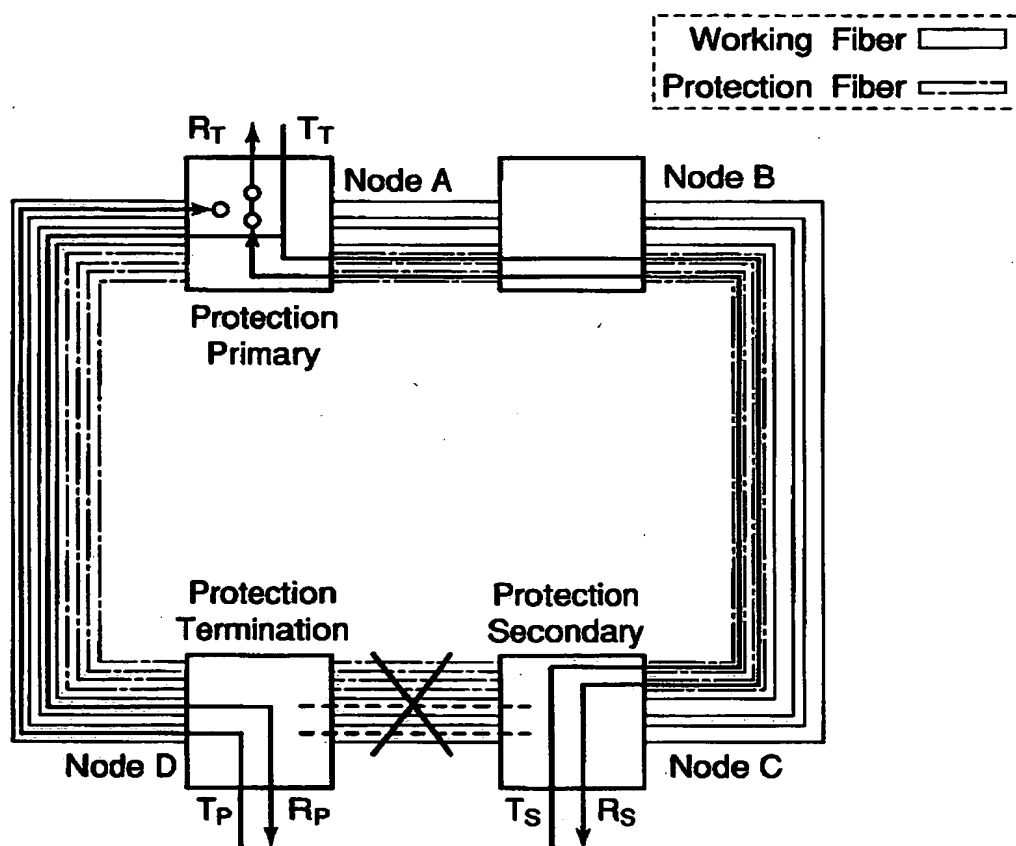
【図 29】



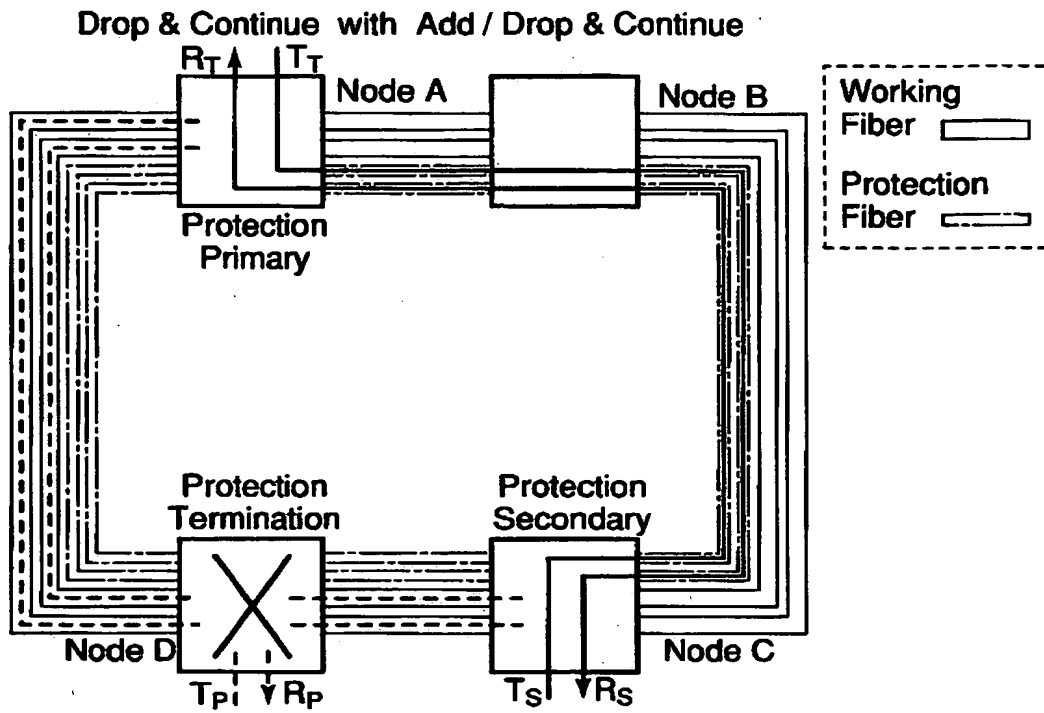
【図 30】



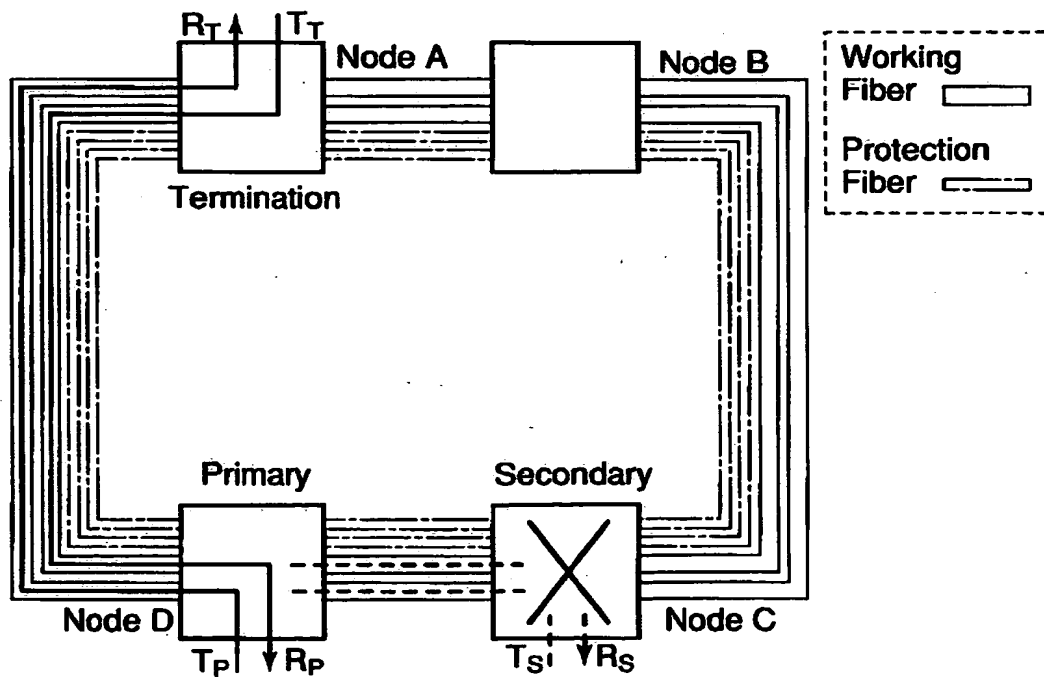
【図 31】



【図 3 2】

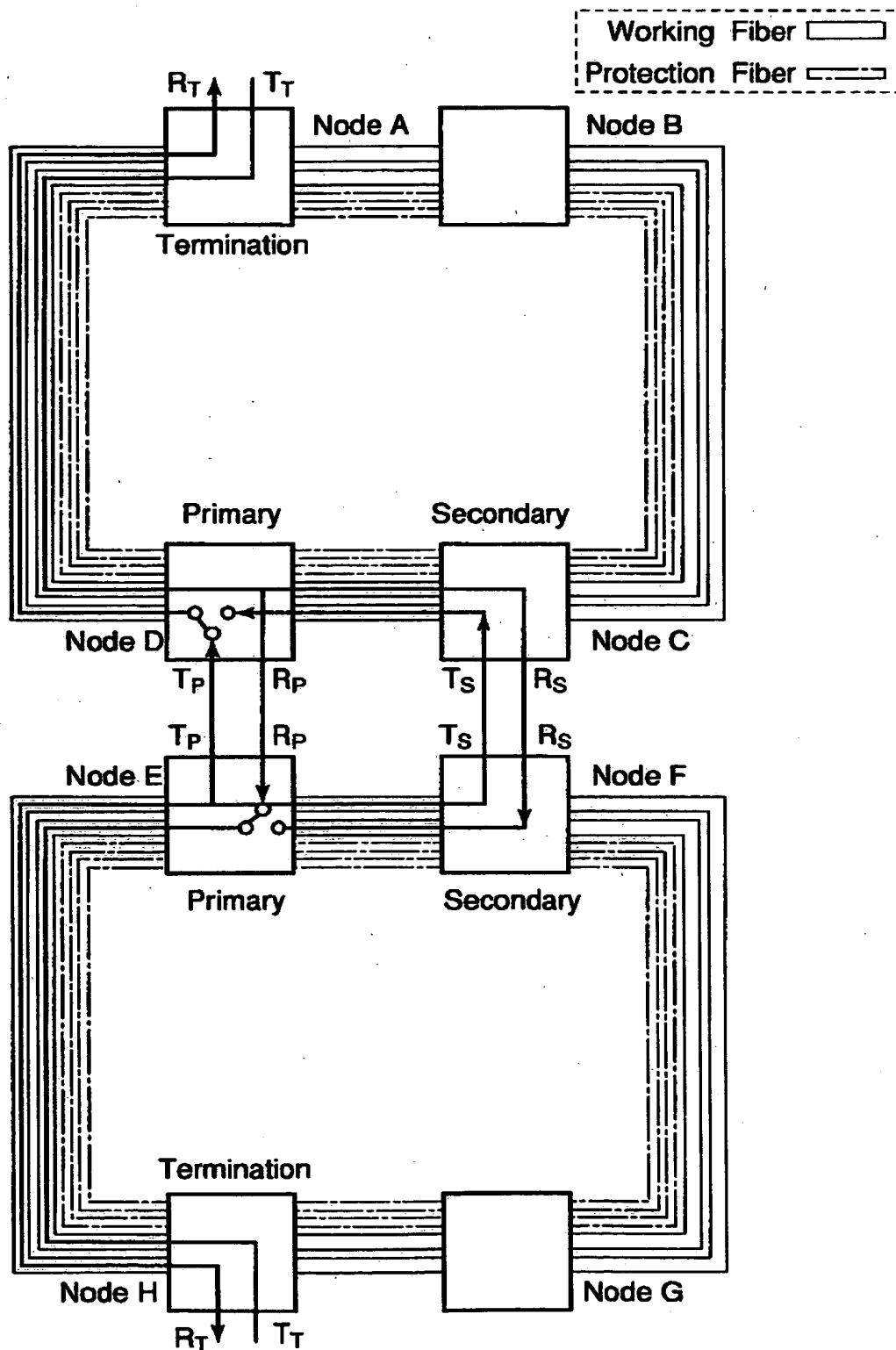


【図 3 3】



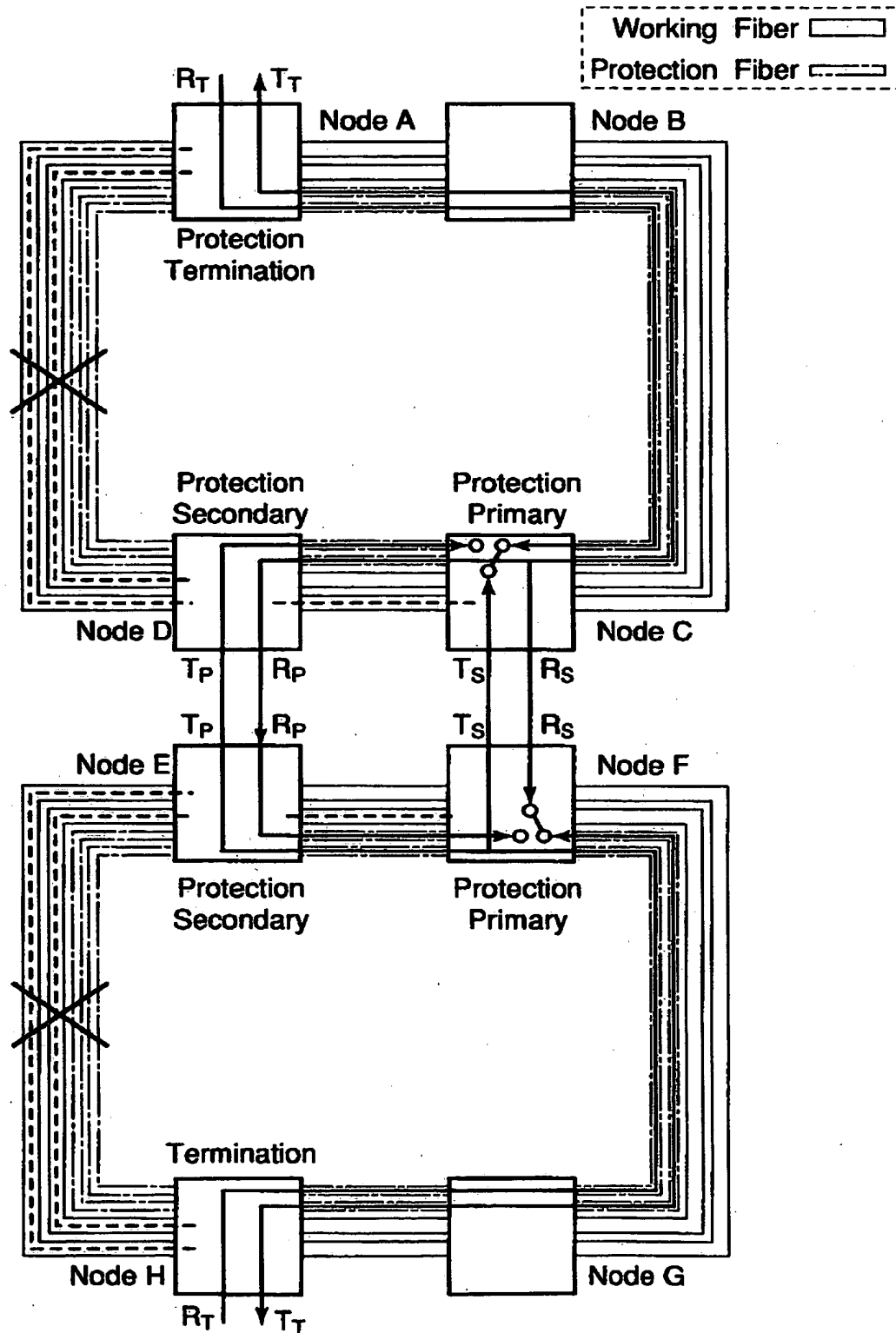
【図 3 4】

RingAPS(Transoceanic) & Ringinterworking (1)



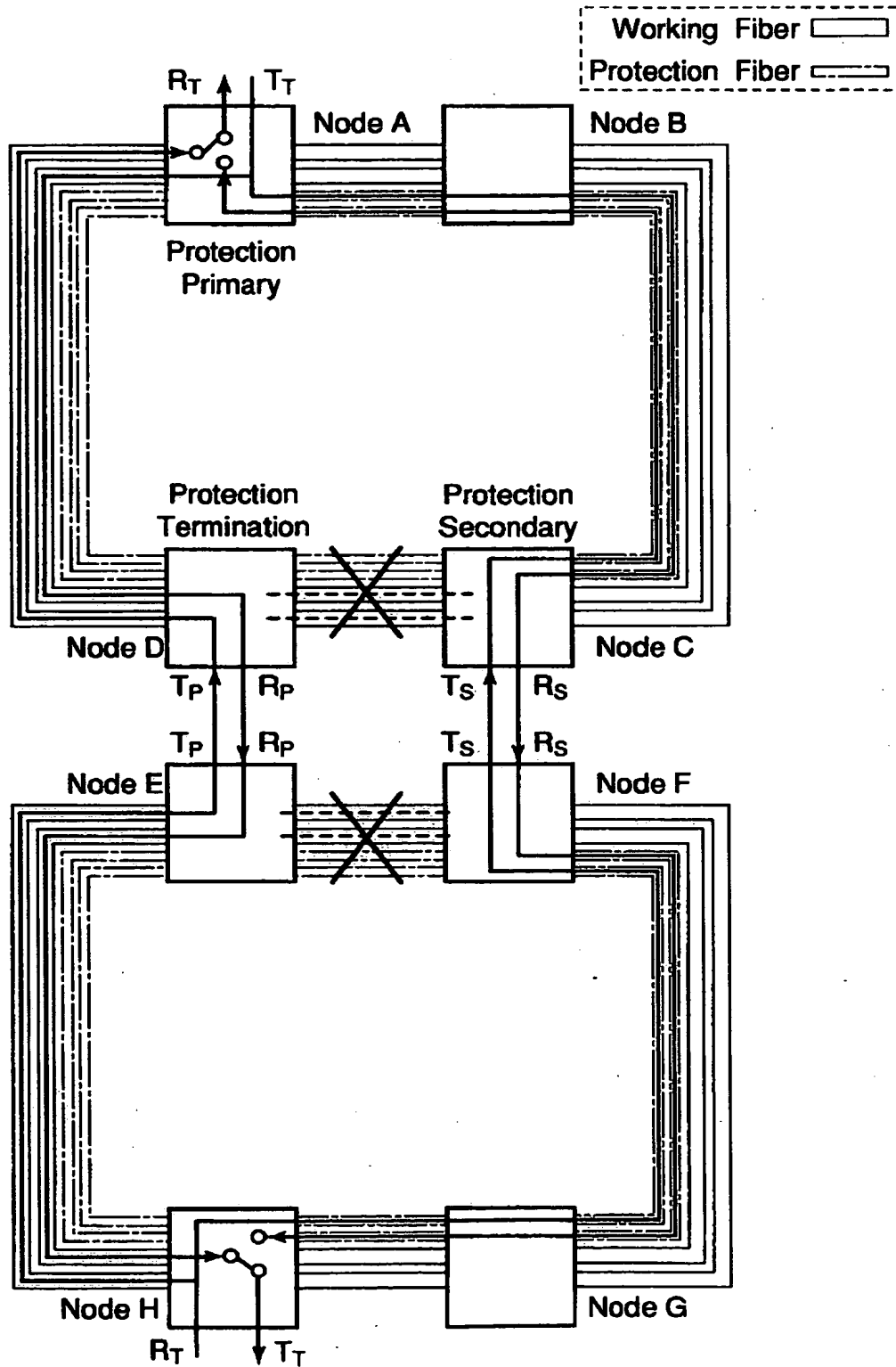
【図 35】

RingAPS(Transoceanic) & Ringinterworking (2)



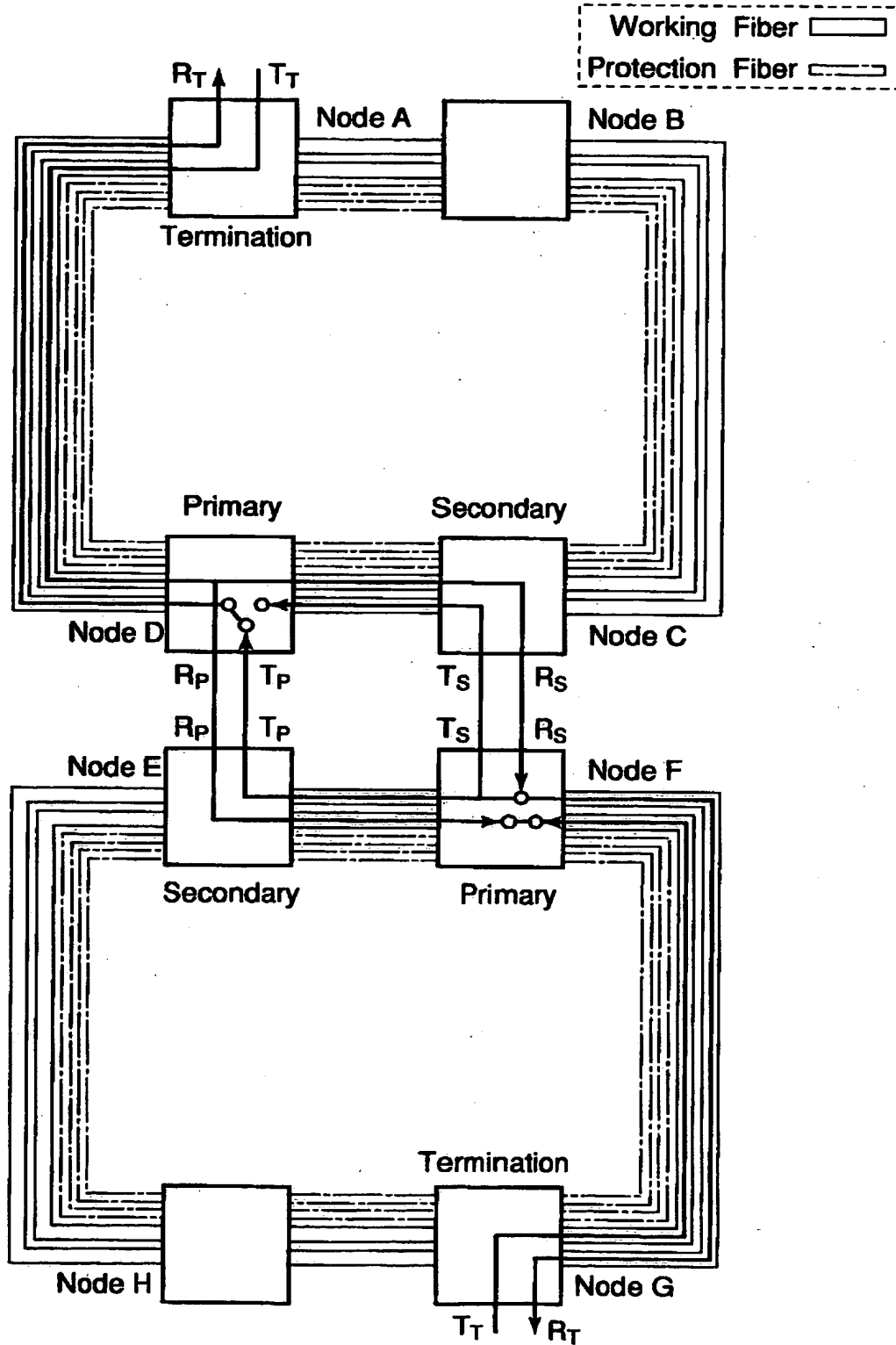
【図 36】

RingAPS(Transoceanic) & Ringinterworking (3)



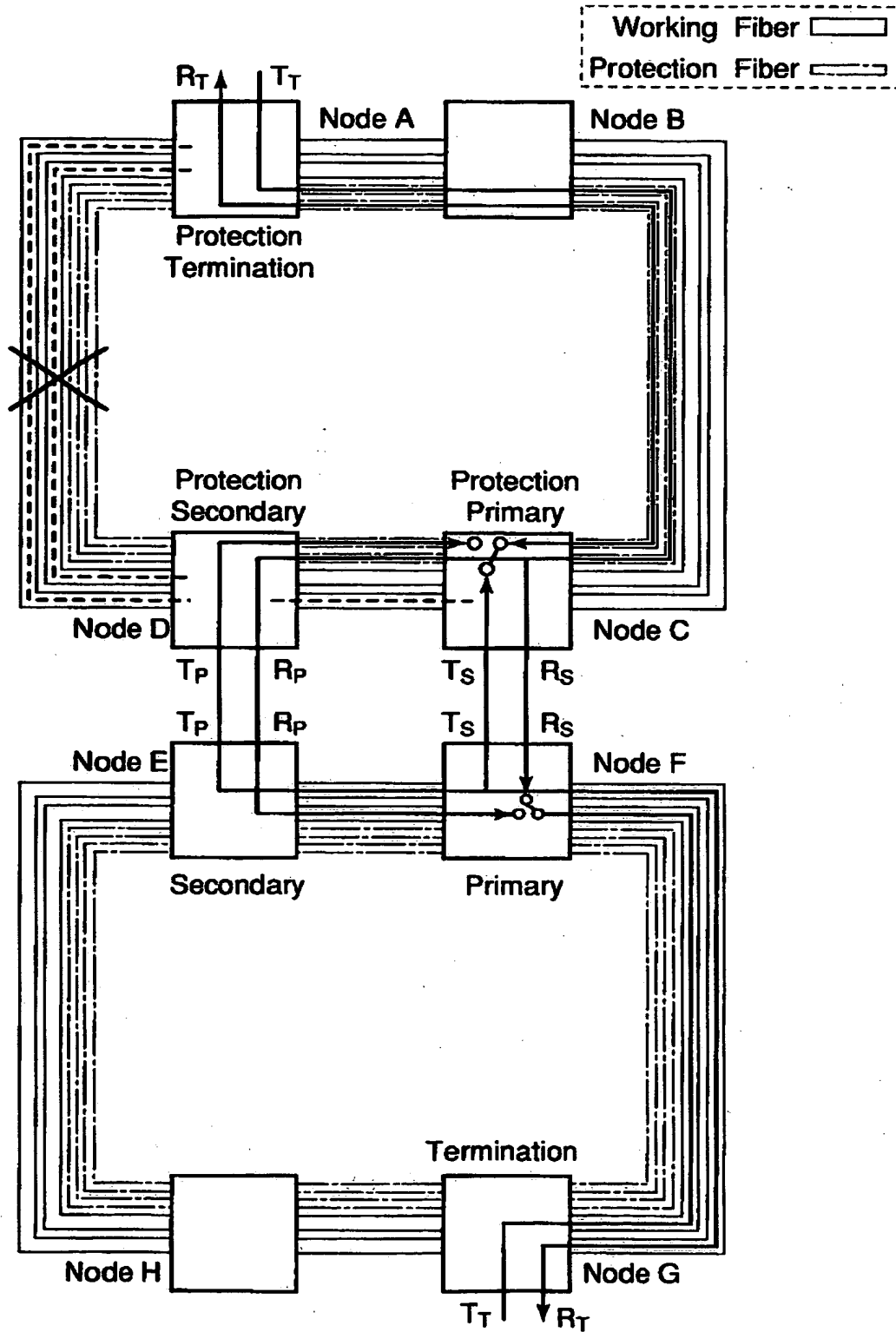
【図 37】

RingAPS(Transoceanic) & Ringinterworking (4)

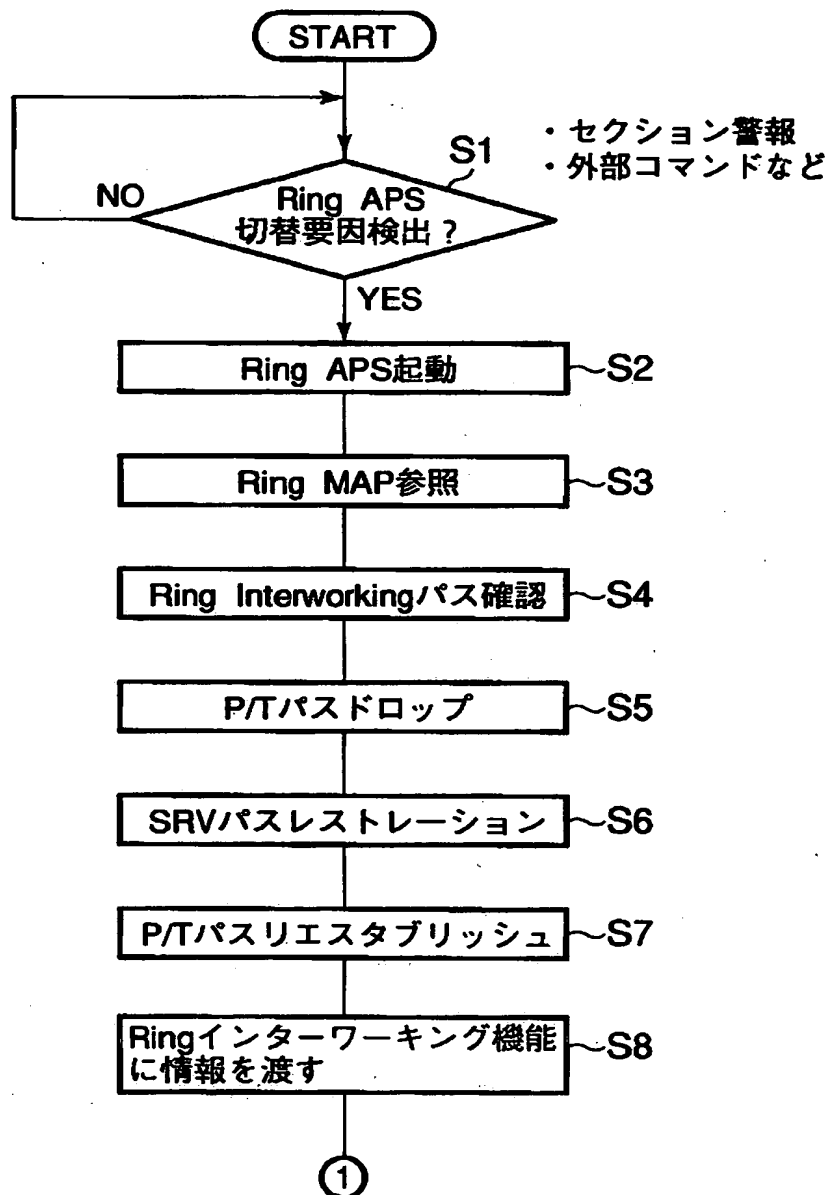


【図 3 8】

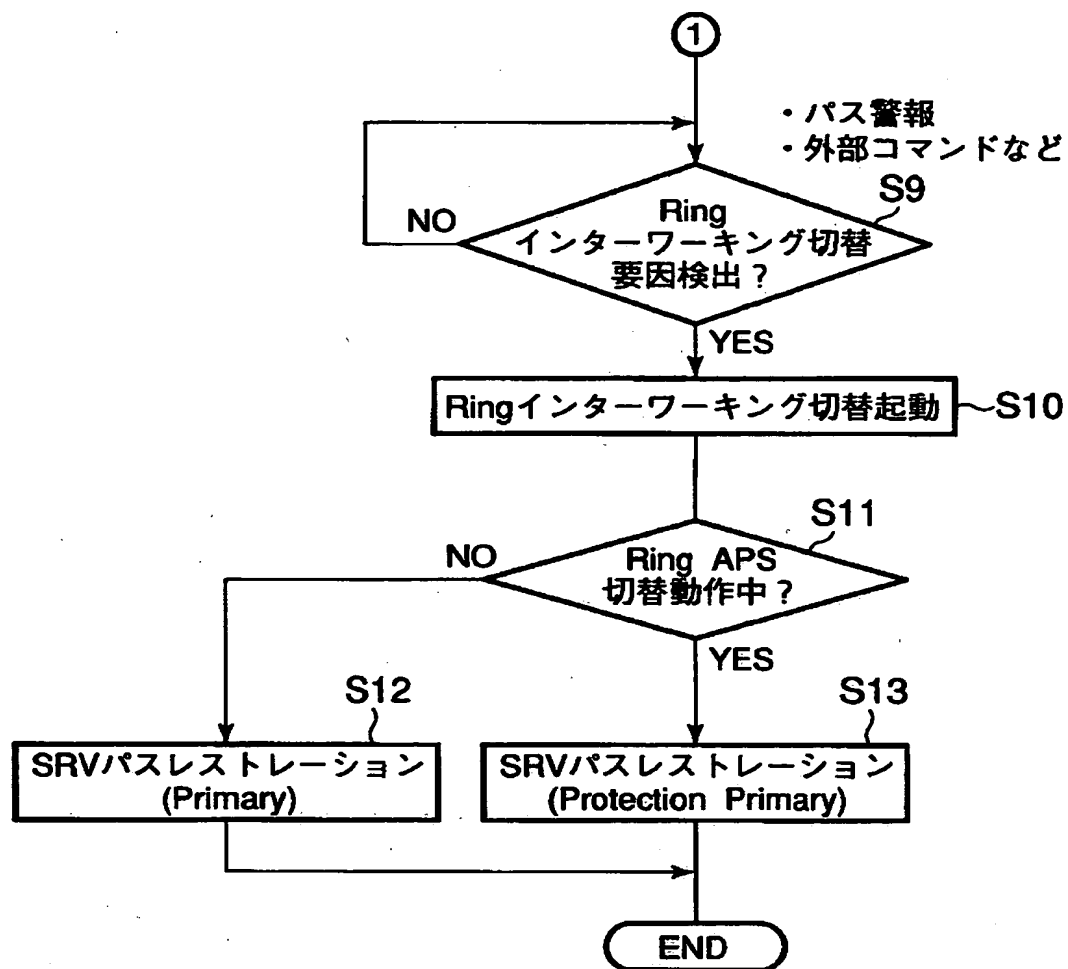
RingAPS(Transoceanic) & Ringinterworking (5)



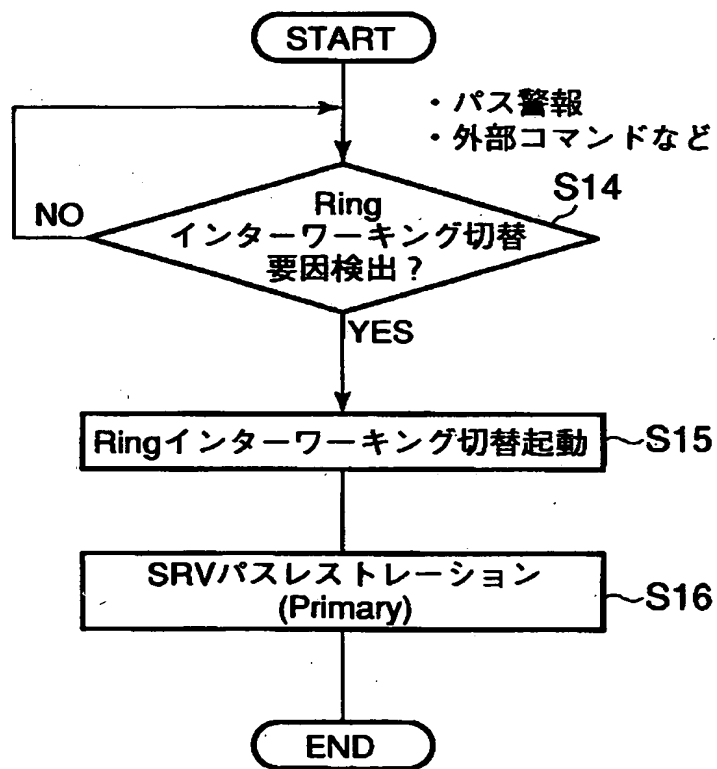
【図 39】



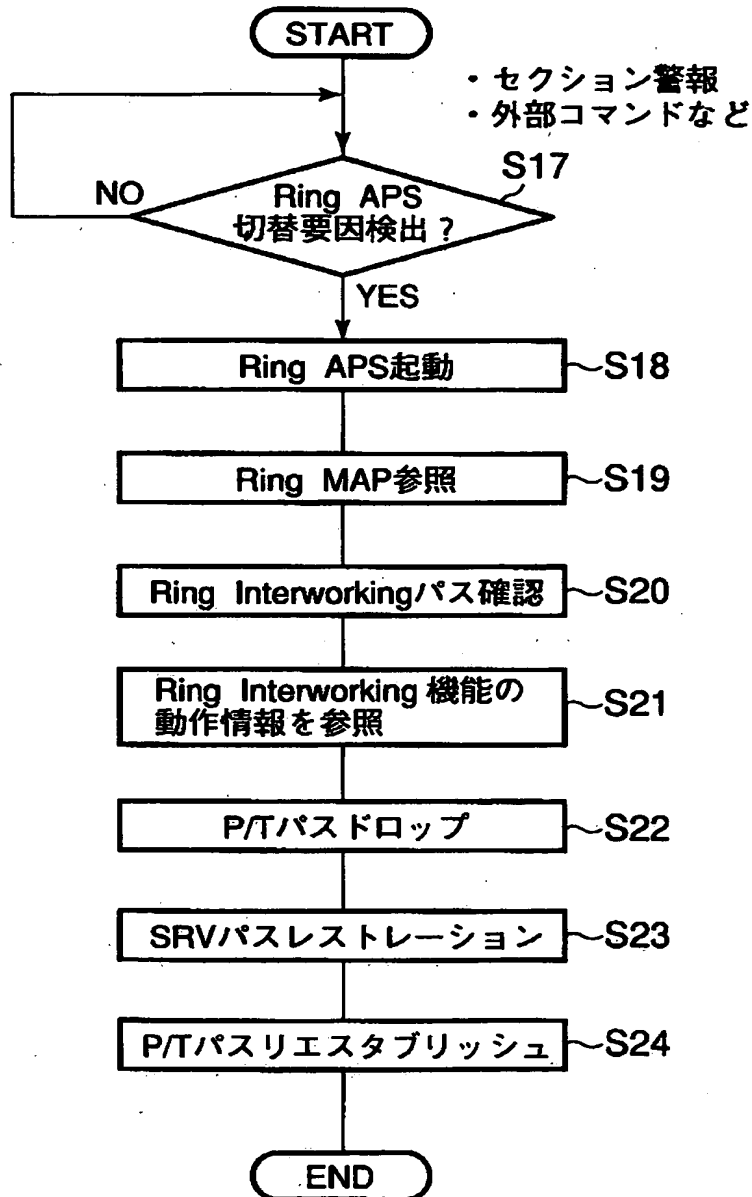
【図40】



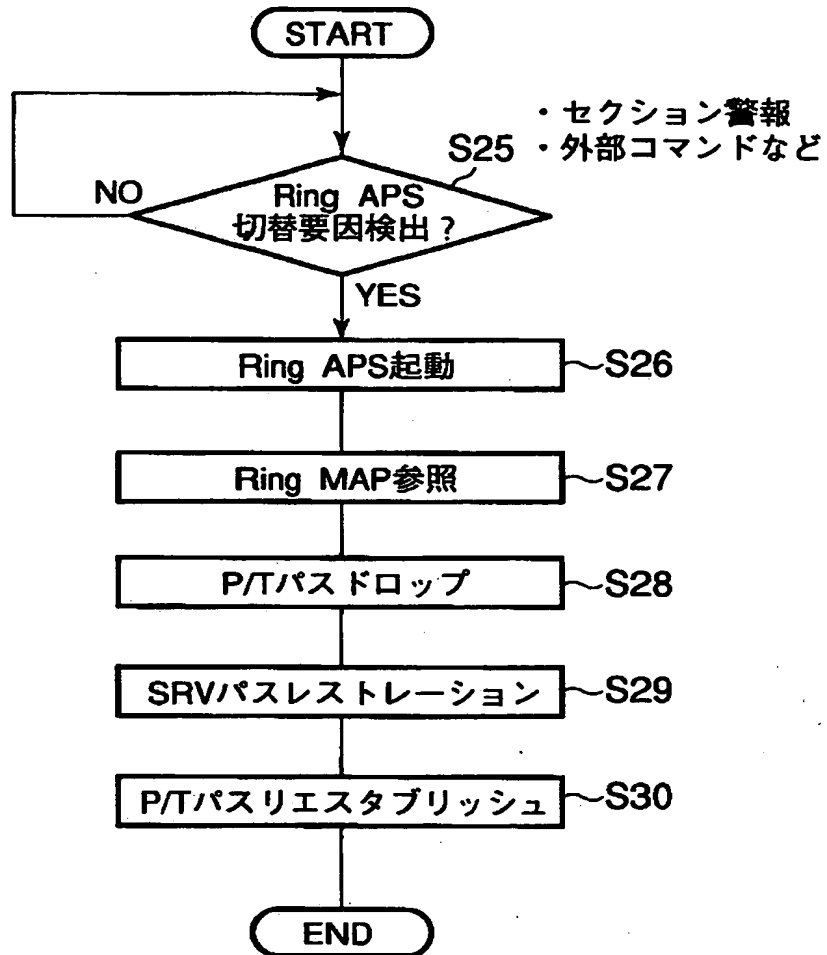
【図 4 1】



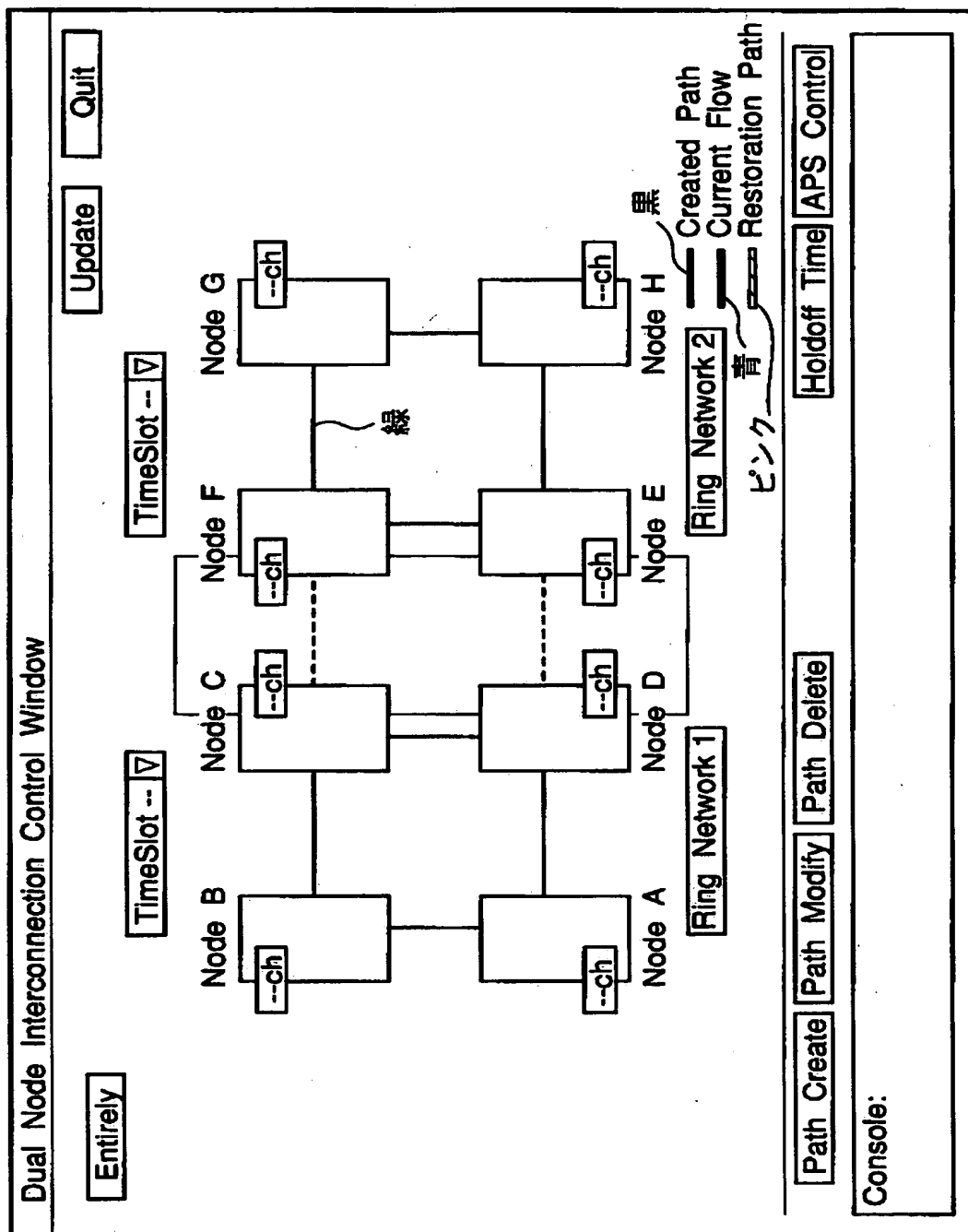
【図 4 2】



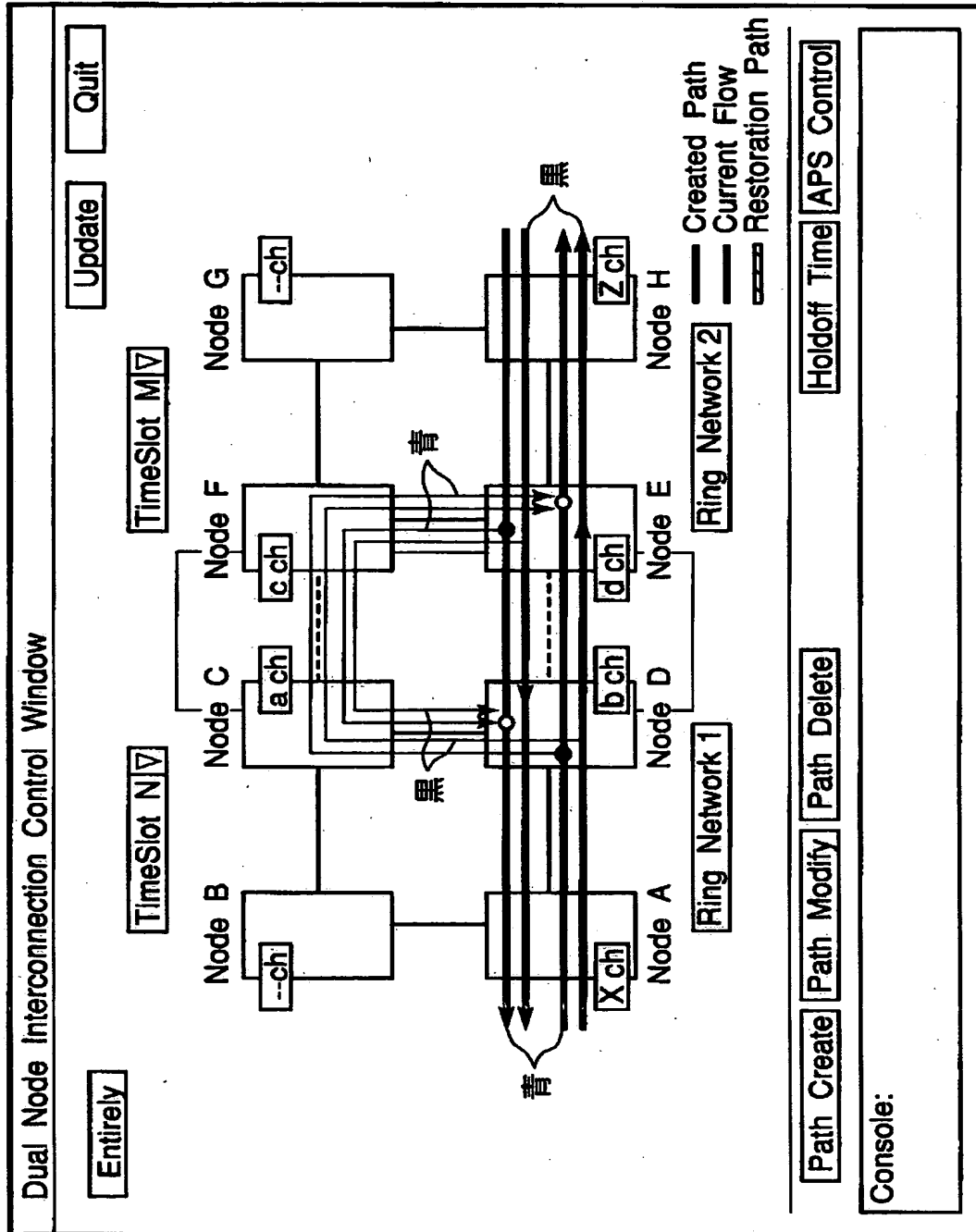
【図 43】



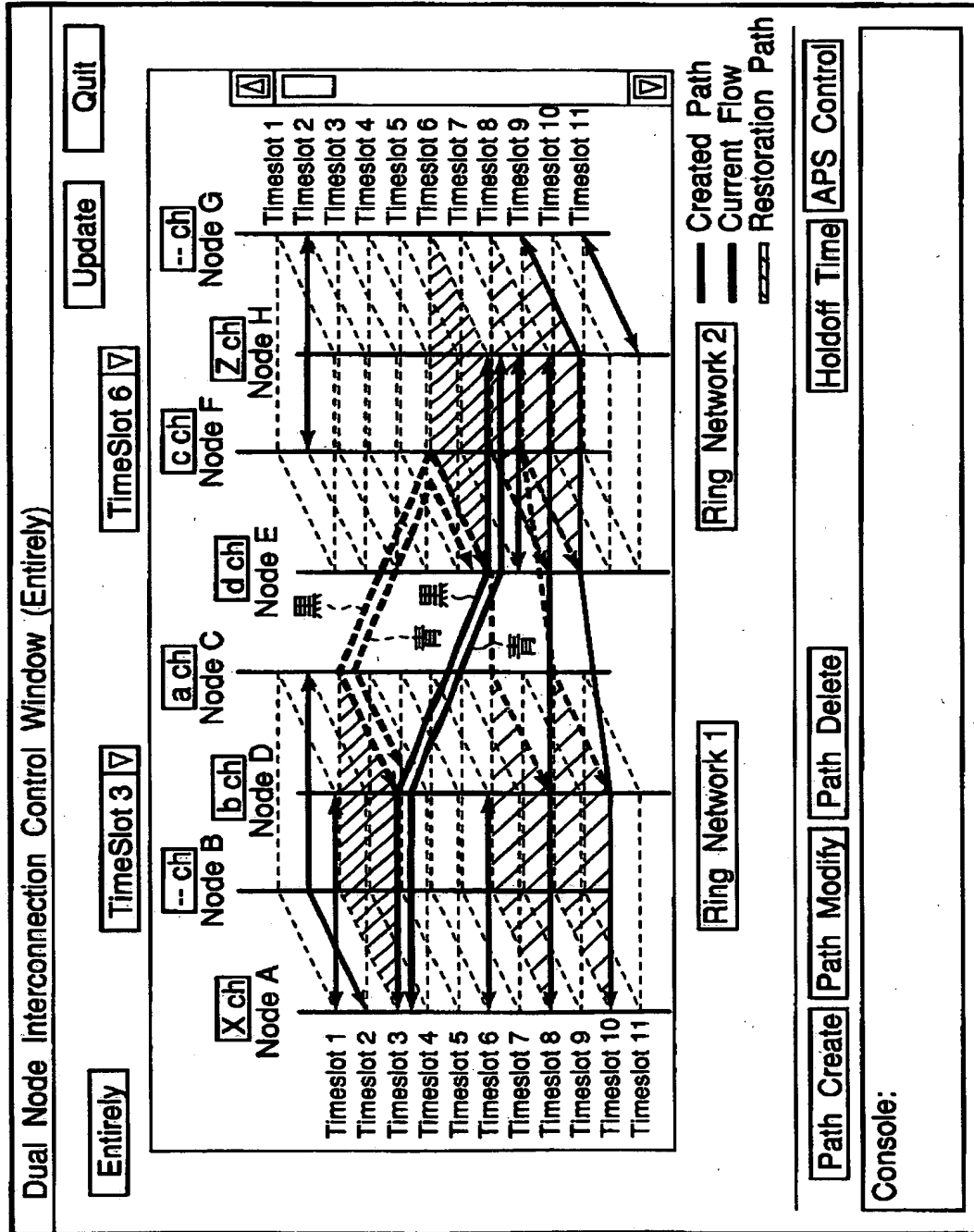
【図 4 4】



【図 45】



【図 4 6】



【図 4 7】

Path Create

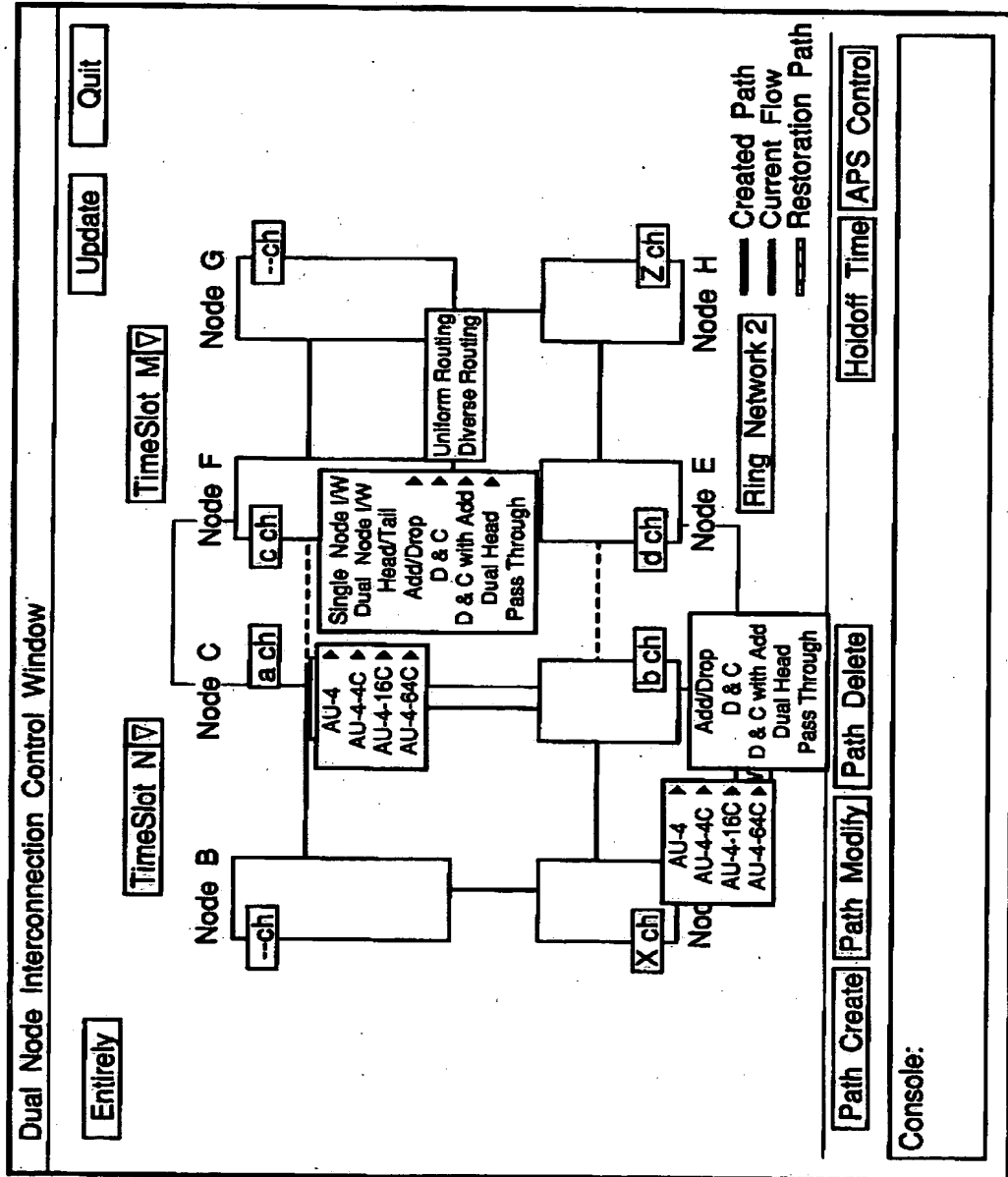
Standard

Pointing

Choice

Quit

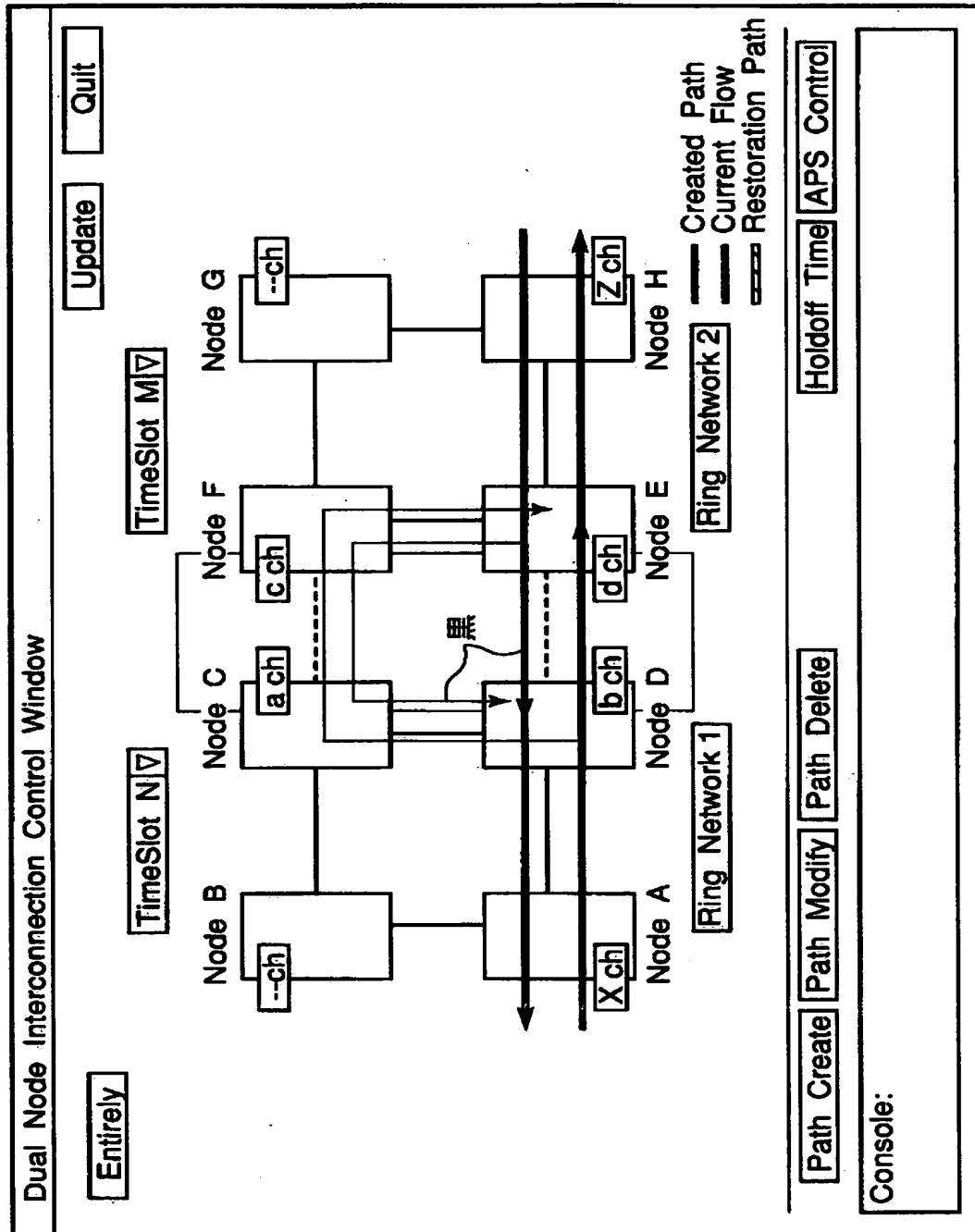
【図 4 8】



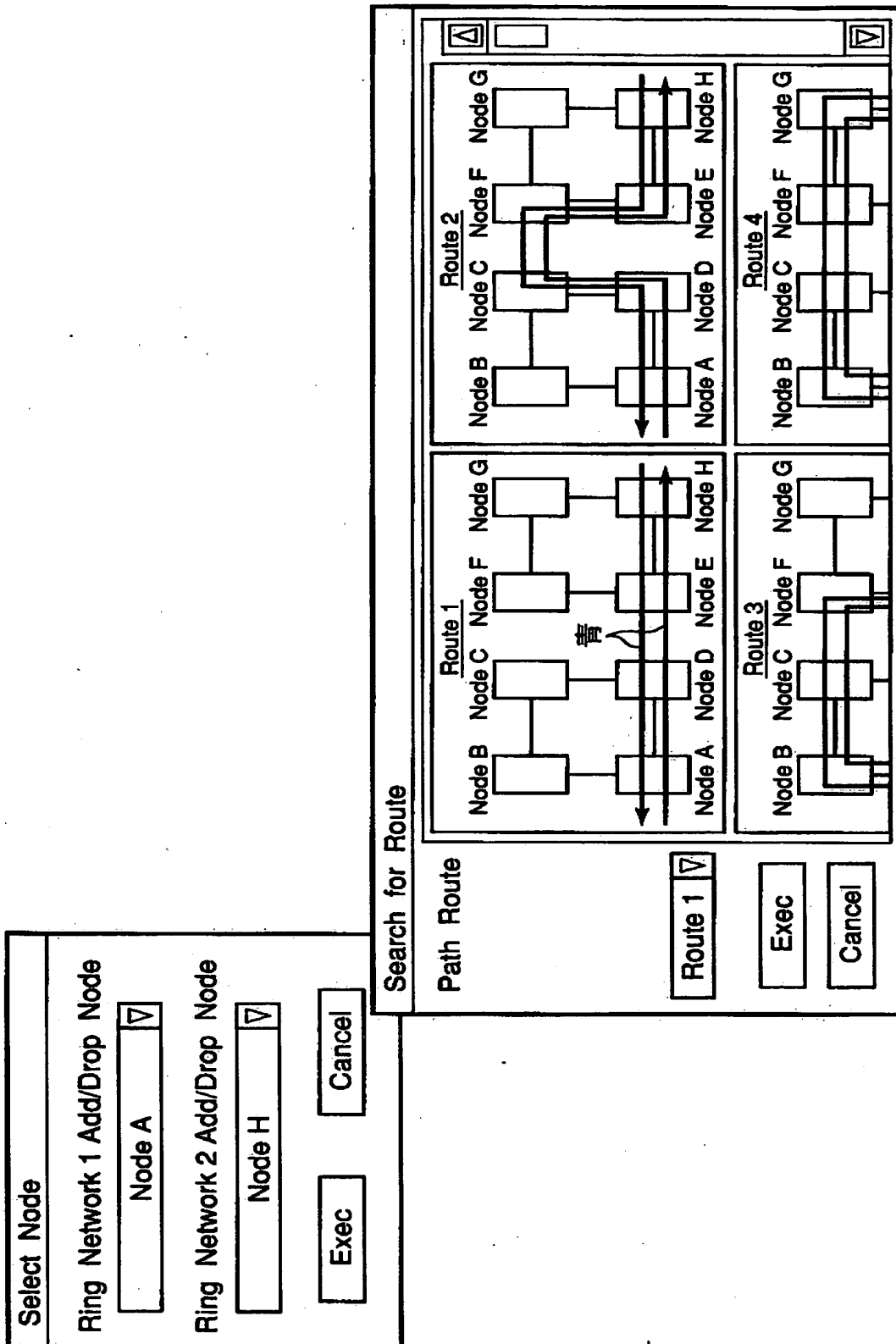
【図 4 9】

Node Information	
Ring Network 1: Node B	
LS channel:	LS1 ▾
Concatenation Type: <input checked="" type="radio"/> AU-4 <input type="radio"/> AU-4-4C <input type="radio"/> AU-4-16C <input type="radio"/> AU-4-64C	
Path Type:	Add/Drop ▾
Route Type:	Uniformly ▾
<div>Exec</div> <div>Cancel</div>	

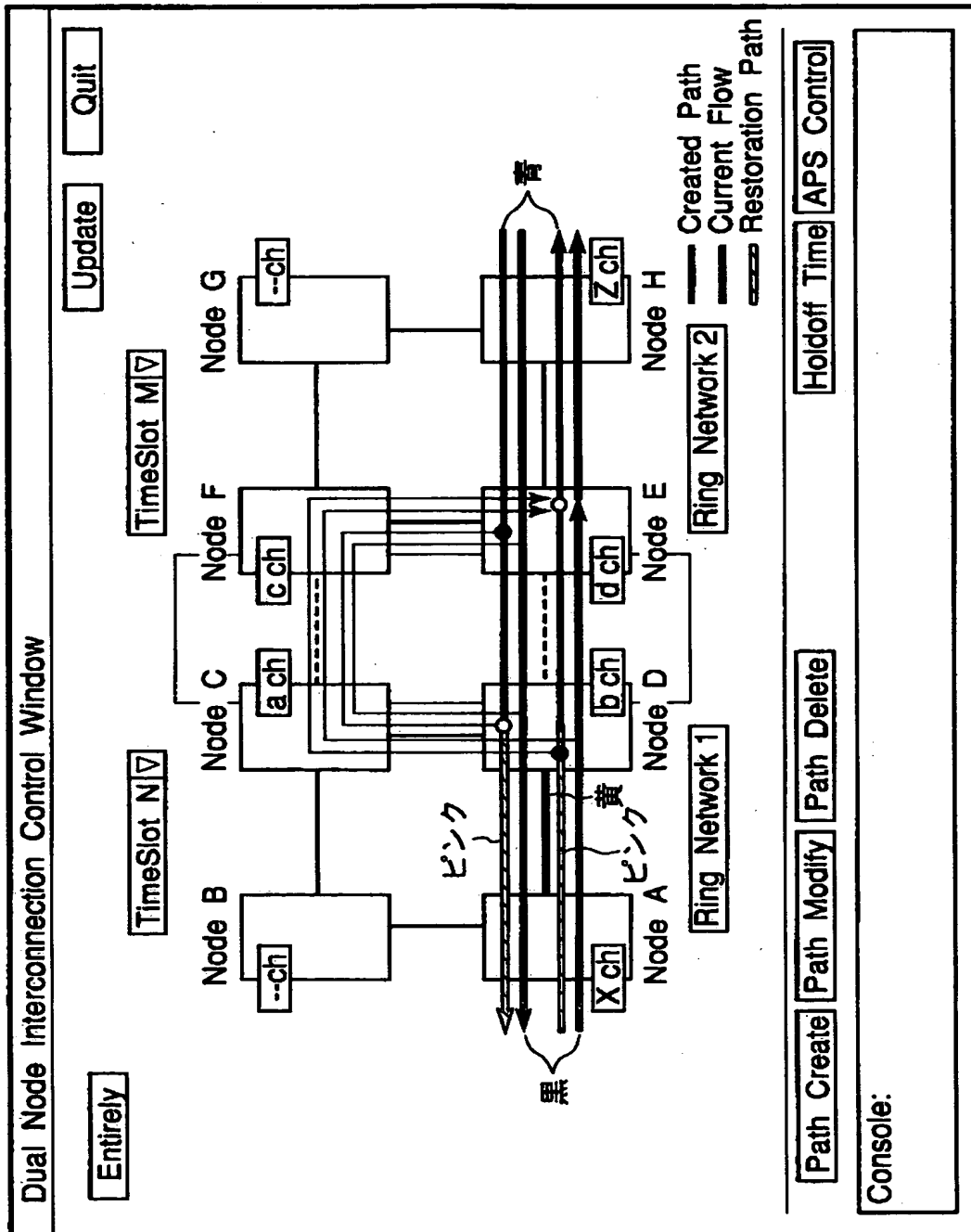
【図 50】



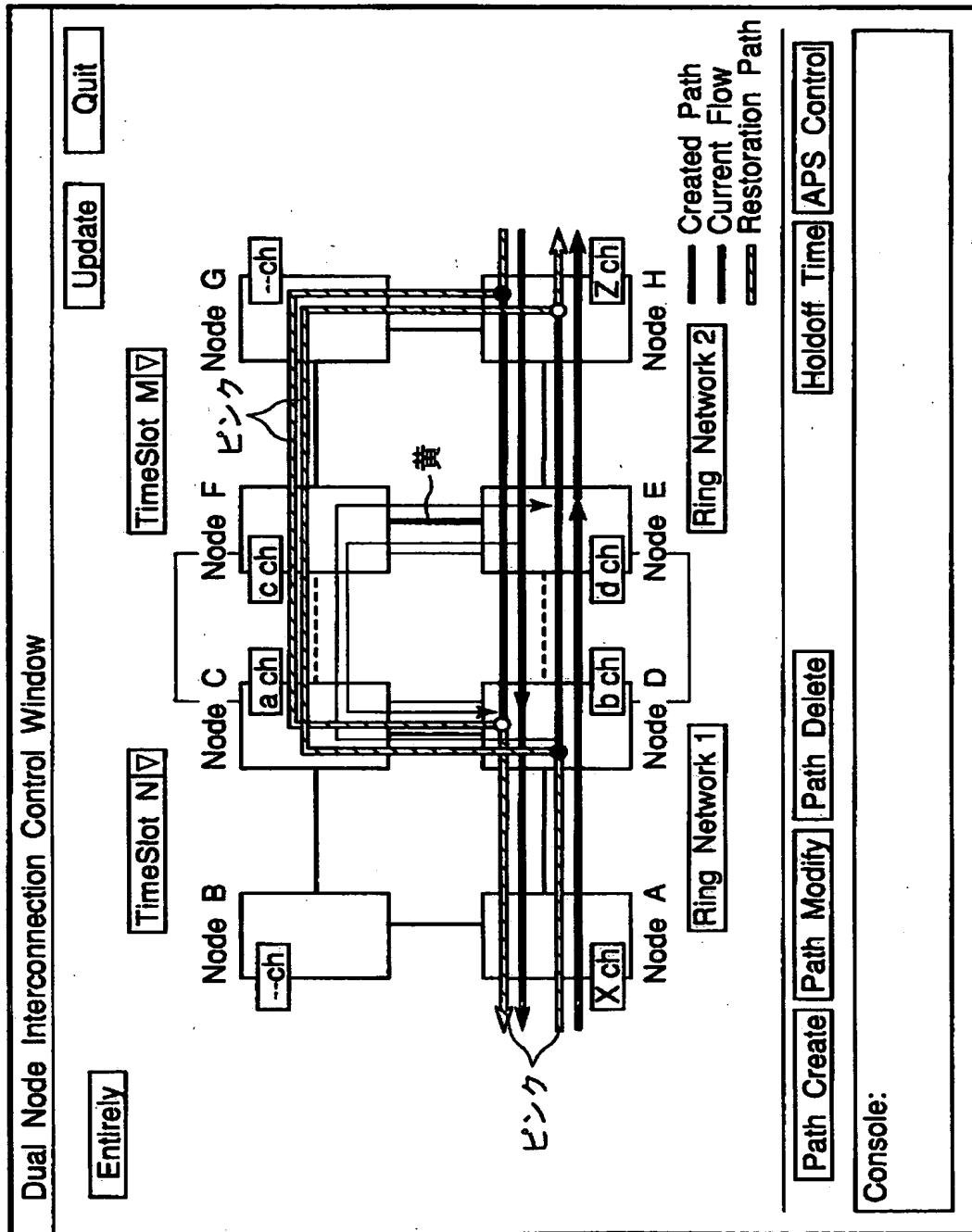
【図 5 1】



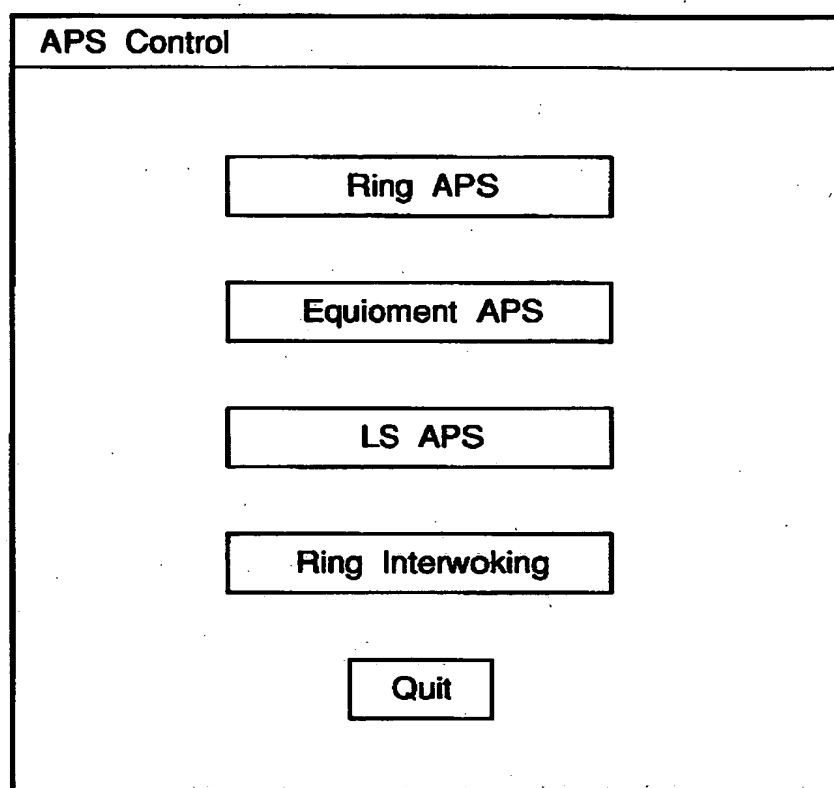
【図 52】



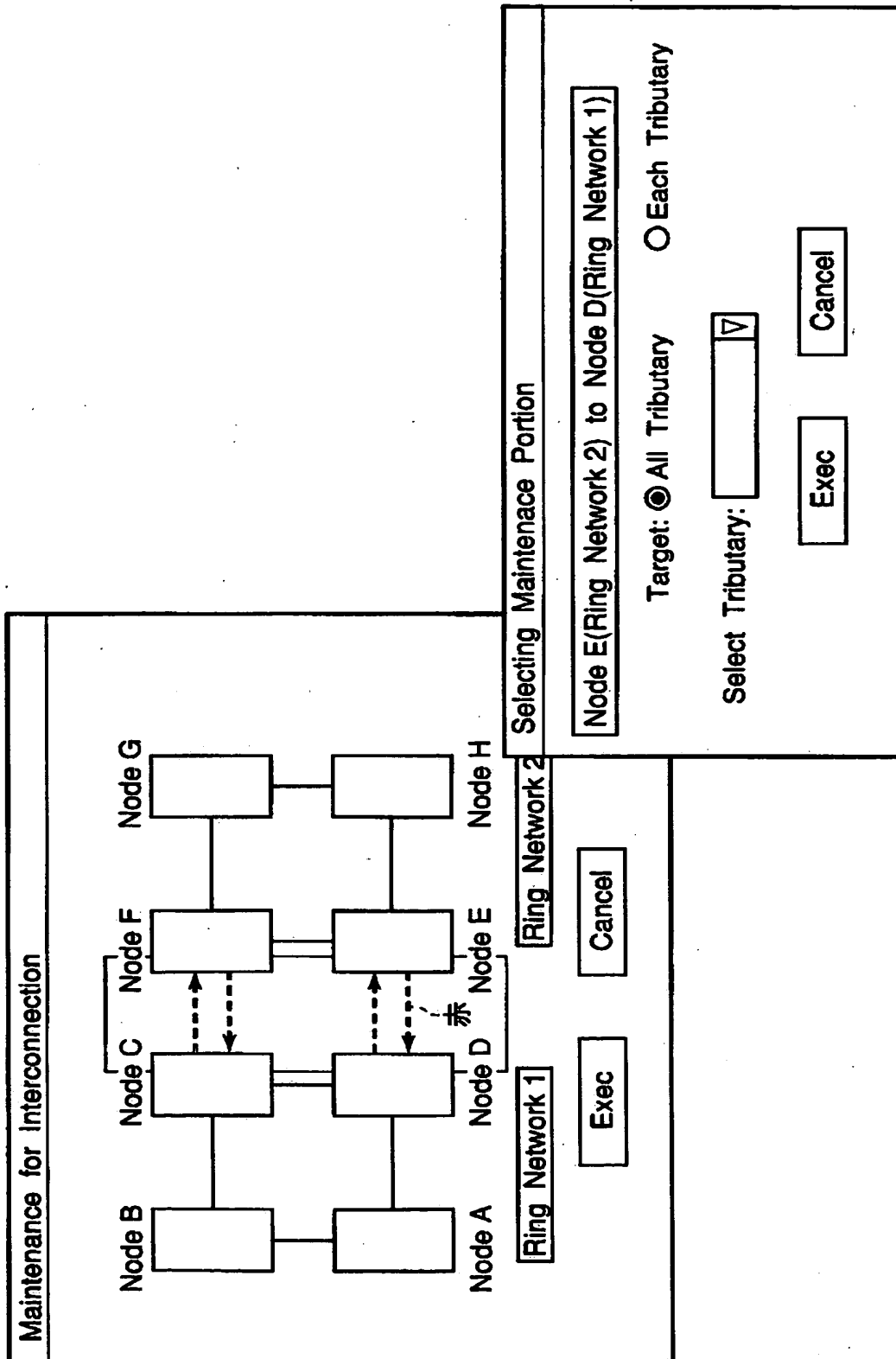
【図 53】



【図 5 4】



【図 55】



【図 56】

Holdoff Timer Setting	
Target:	Network 1 ▾
Timer Value:	0 ▴ ▾ [sec] + 100 ▴ ▾ [ms] : 100ms step
(Range: 0-10sec)	
Requested Value:	0.1 sec
Exec	Cancel

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 Transoceanic方式による障害回避を実施しても誤接続を生じる虞の無いリング接続ネットワークシステムと、そのノード装置を提供する。

【解決手段】 Protection Primaryなるステートを新たに定義し、A P Sが機能している状態でリングインターワーキング機能によるトラフィックルートの切替を行う場合には、Protection Primary Nodeにてサービスパスのレストレーションを行うようにした。

【選択図】 図 3 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日 1990年 8月22日
[変更理由] 新規登録
住 所 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
氏 名 株式会社東芝